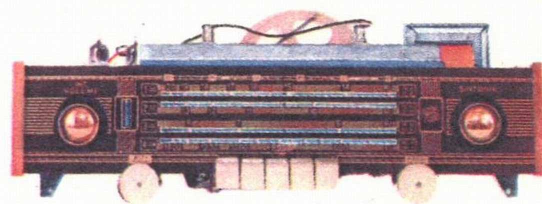
ZEFFERINO DE SANCTIS

RADIO RICEZIONE



RADIOPRATICA - MILANO

PRIMA EDIZIONE - NOVEMBRE 1967

ZEFFERINO DE SANCTIS

RADIORICEZIONE

disegni di
E. CORRADO

RADIOPRATICA - MILANO

Edizione speciale **in omaggio** *agli abbonati di* **RADIOPRATICA** *per il 1968*

PRESENTAZIONE

Basta uno sguardo alla cronistoria del settore della radioricezione per rendersi conto degli sviluppi più travolgenti della nostra epoca.
L'avvento dei semiconduttori, dei transistor, dei nuvistor, dei componenti in miniatura, ha rivoluzionato tutto, estendendo enormemente i confini della radiotecnica e rendendo ancor più difficile e gravoso il compito di chi presiede all'insegnamento e al coordinamento didattico. D'altra parte, le nuove schiere di giovani e quelle dei non più giovani, intelligenti e sempre pieni d'entusiasmo, bussano alla porta delle novità, per trarre le proprie maggiori soddisfazioni non già dalla ricerca di problemi difficili, ma dal lato tecnico e pratico della questione. Il loro esercizio è un'opera continua di progettazione, di costruzione, di modifiche, per migliorare sempre più questo o quel ricevitore. Essi crescono con i loro apparati e rimangono a loro attaccati; li smontano per poi rimontarli ancora, due, tre, dieci volte, anche se si tratta di cambiare una sola resistenza, per ridurre di poco la distorsione o per esaltare la potenza di uscita. L'attività di questi amatori è dunque l'esperimento, la prova, perchè essi sono sempre alla ricerca di nuove nozioni e di nuove idee.
A tutti questi amatori, che oggi sono molti, ho inteso tendere una mano, esponendo i principi fondamentali della radioricezione, trattando teoricamente alcuni problemi e riservando la maggior parte del presente volume ad una completa esposizione della pratica. Mi sono sforzato ancora di esporre, passo a passo, la materia, in modo che ne possano trarre il massimo giovamento specialmente tutti quelli che la affrontano per la prima volta, porgendo loro tutte le basi necessarie per inoltrarsi sia nella costruzione sia nella esperimentazione.

L'AUTORE

Indice

storia della radio

MARCONI E POPOV

Il 7 maggio 1895 rappresenta una delle grandissime date nella storia dell'umanità. Quel giorno i membri della Sezione di Fisica della Società Russa di Fisica e di Chimica, riuniti sotto la presidenza del Prof. I. I. BORGMAN, assistono stupefatti ad alcune esperienze di trasmissione senza filo di segnali elettrici a distanza. Alessandro Stepanovitch POPOV, professore della Scuola dei Torpedinieri di Cronstadt, allora 36 enne, espone i risultati dei suoi lavori e dimostra che facendo scaturire delle scintille da uno spinterometro, costituito da due sfere metalliche, si metta in azione un campanello posto all'estremità opposta della sala, benchè non esista alcun collegamento tra i due dispositivi.

Per la prima volta al mondo, una dimostrazione pubblica viene fatta sulla trasmissione a distanza, per mezzo di onde elettromagnetiche di quanto, ai nostri giorni, si chiama « radiotelecomunicazione ».

Dal 12 maggio il quotidiano « Cronstadtski Vestnik » pubblica un rendiconto di questa memorabile seduta, sottolineando che le ricerche di Popov si fondavano sulla teoria di trasmettere segnali a distanza mediante l'aiuto di raggi elettrici.

Ed il testo completo della conferenza di Popov, fa parte dello studio che questi ha redatto nel dicembre del 1895 e che è pubblicato nel primo numero (28 gennaio) del 1896 del « *Giornale della Società Russa di Fisica e di Chimica* » (Sezione di Fisica). La conferenza termina con queste parole profetiche:

« *In conclusione posso esprimere la speranza che, grazie ai perfezionamenti ulteriori, il mio dispositivo potrà essere applicato alla trasmissione di segnali a distanza, mediante l'aiuto di oscillazioni elettriche rapide, non appena si sarà trovata una sorgente di tali oscillazioni dotata di un'energia sufficiente* ».

In questo 7 maggio 1895 è nata la radio. E da questo giorno si muove la formidabile valanga di progressi tecnici che cambiano così rapidamente la moda della nostra vita, il nostro modo di pensare e di sentire e, per riassumere, il destino stesso del genere umano. In effetti, di quanto in quei giorni Popov mostrò ai colleghi fisici, tutto ha avuto un seguito: la radiodiffusione, la televisione, la elettronica con le sue innumerevoli applicazioni, l'energia atomica, la conquista dello spazio...

Una volta tanto, il detto « nessuno è profeta in Patria, è stato smentito: lo Zar Nicola II, nel suo messaggio del 31 gennaio 1900 esprime a POPOV la sua riconoscenza per « *l'applicazione a stabilire un legame tra le isole Gogland e Kotka con il telefono senza fili che egli ha inventato* », e gli accorda inoltre un premio di 33.000 rubli per ringraziarlo di avere equipaggiato con la radio i navigli della flotta russa. Il regime sovietico, da parte sua, rende omaggio al genio di POPOV, festeggiando tutti gli anni il 7 Maggio quale « GIORNATA DELLA RADIO ».

Chi è dunque POPOV e come è giunto ad effettuare le prime trasmissioni radio elettriche? Nel celebrare il settantesimo anniversario della storica esperienza, crediamo sia nostro dovere porre la maggior chiarezza ed obiettività nel ricordare le origini della nostra tecnica. Queste origini, molto spesso, hanno creato motivo di controversia nelle quali la mancanza di informazione e le passioni di parte hanno evidentemente falsato la verità storica. In lunghi anni abbia-

mo pazientemente raccolto una documentazione molto completa relativa alla preistoria della radio. E la sua analisi, attenta ed imparziale, ci consente di ristabilire i fatti nella loro autenticità storica.

Variazioni di campo

Tutto questo comincia con Michael FARADAY, fisico inglese (1791-1867), geniale autodidatta, la cui intuizione ha sconvolto le concezioni fondamentali dell'elettromagnetismo. Allorchè, secondo le idee di COULOMB, l'energia elettrica ha per sede i corpi conduttori, FARADAY non esita a collocarla negli spazi che li circonda. La sua teoria di linee di campo elettrico e magnetico (1832) si avvera particolarmente feconda.

Un altro fisico inglese (di origine scozzese). James Clerck MAXWELL (1831-1879) provvisto di un solido bagaglio di conoscenze matematiche, riprende ed amplia le teorie di FARADAY. Egli afferma che ,tutte le variazioni di un campo elettromagnetico devono propagarsi nello spazio sotto forma di onde la cui velocità dipende dalla costante dielettrica e dalla permeabilità magnetica del mezzo della propagazione.

MAXWELL dimostra la natura elettromagnetica della luce e ne determina teoricamente la velocità che corrisponde a quella che FIZEAU misurerà nel corso delle sue celebri esperienze.

E' al fisico tedesco Heinrich Rudolf HERTZ (1857-1894), allora professore al Politecnico di Karlsruhe, al quale appartiene il merito di avere, nel 1887, constatato sperimentalmente l'esistenza di onde elettromagnetiche, dimostrando così quanto avesse ragione Maxwell.

Queste onde sono generate per mezzo di un « vibratore ». Hertz chiama in questo modo un dispositivo formato da un condensatore le cui armature sono collegate alle sfere metalliche di uno spintometro alimentato da una *bobina di Rhumkorff*. Le onde sono rilevate per mezzo di un *risuonatore*, anello metallico le cui estremità ravvicinate lasciano scaturire una scintilla in presenza di un campo intenso di « onde herziane » come noi le chiamiamo, perpetuando così la memoria dello scopritore che, morto a 37 anni, si è rivelato uno dei più notevoli sperimentatori di tutte le epoche.

Tuttavia, il *risuonatore di Hertz* non è sufficientemente sensibile per rilevare le onde elettromagnetiche lontano dalla loro origine. Il passo decisivo, che renderà possibile l'invenzione della radio, sarà fatto da un ricercatore francese, Edouard BRANLY (1844-1940) che, nel suo laboratorio dell'Istituto Cattolico di Parigi, scopre, nel 1890, il fenomeno della coesione delle polveri metalliche sotto l'azione delle onde elettromagnetiche. In una nota presentata all'Accademia delle Scienze il 24 novembre 1890, e pubblicata nei *Comptes Rendus*, tomo CXI, numero 21, pp. 785-787 (come riferisce la rivista *Toute l'Electronique* del Maggio 1965, da cui abbiamo tratto queste note) BRANLY descrive particolareggiatamente il suo « coherer », questo tubo contenente delle limature metalliche la cui resistenza elettrica diminuisce considerevolmente allorchè delle scintille sono prodotte nelle vicinanze, come se una « coesione » più intima si stabilisse allora fra le particelle di metallo.

Dotto, di una coscienza e di una probità esemplare, BRANLY ha sempre energicamente rifiutato il titolo di « padre della telefonia senza fili », di cui i suoi ammiratori volevano gratificarlo. Nel « *Bulletin de la Societé Française de Physique* », seduta del 16 dicembre 1898 (pp. 78-79), si trova questo passo che caratterizza la modestia del cercatore francese e deve porre fine a tutte le polemiche sorte ulteriormente.

« *La telegrafia senza fili risulta realmente dai saggi di POPOV. L'esperto russo ha sviluppato un'esperienza che io avevo spesso realizzata e che ho riprodotto nel 1891 davanti la SOCIETE' des ELECTRICIENS: una scintilla inattiva ad una distanza di una decina di metri diveniva attiva quando la si fa circolare in una lunga canna metallica.*

« *Da ciò l'impiego di lunghi conduttori annessi al trasmettitore e al ricevitore e senza i quali non vi è telegrafia a grande distanza.*

« *Fatte queste riserve, non contesto in alcun modo il grande interesse delle esperienze di MARCONI* ».

Due punti di importanza capitale vanno considerati sulla base del testo citato, facente parte di una nota indirizzata da BRANLY, in risposta ad una lettera di M. Blondel (2 dicembre 1898):

1) Edoardo BRANLY riconosce, senza esi-

tare, la priorità di POPOV nella invenzione della radio;

2) L'antenna di emissione, come l'antenna di ricezione, sono state innegabilmente inventate da BRANLY e non da POPOV, come generalmente si pensa.

(D'altra parte, noi siamo in possesso del testo di una lettera di BRANLY, in data 1 settembre 1908, lettera che contiene dei riferimenti che precisano questo punto della storia).

Perchè è accaduto che, probo e modesto, puro e disinteressato, Edoardo BRANLY fosse mira di attacchi tendenti a contrastargli la priorità dell'invenzione del *cohérer?* Un professore dell'Università di Poitiers, il cui nome è Albert Turpain, si è sforzato, per molti anni, a dimostrare che il *cohérer* fosse stato inventato, fin dal 1895, da un ricercatore italiano, Temistocle Calzecchi-Onesti (1853-1922). Nel corso di una polemica che si è svolta nel 1931, nelle pagine del settimanale « *L'Antenne* », il Dott. Pierre Corret, ha dimostrato con una logica irrefutabile che:

1) I fenomeni constatati e descritti da Calzecchi Onesti si sono sempre svolti in circuiti dove un *collegamento elettrico* esisteva fra lo spintometro a scintilla ed il tubo di limatura, mai con azione a distanza, senza conduzione.

2) Altrettanto O. LODGE, A.S. POPOV, come più tardi G. Marconi si basavano unicamente sui lavori di Edoardo BRANLY che ha dimostrato *l'azione a distanza* delle scintille sulla conducibilità delle limature.

Siamo in possesso degli studi originali



Michael Faraday



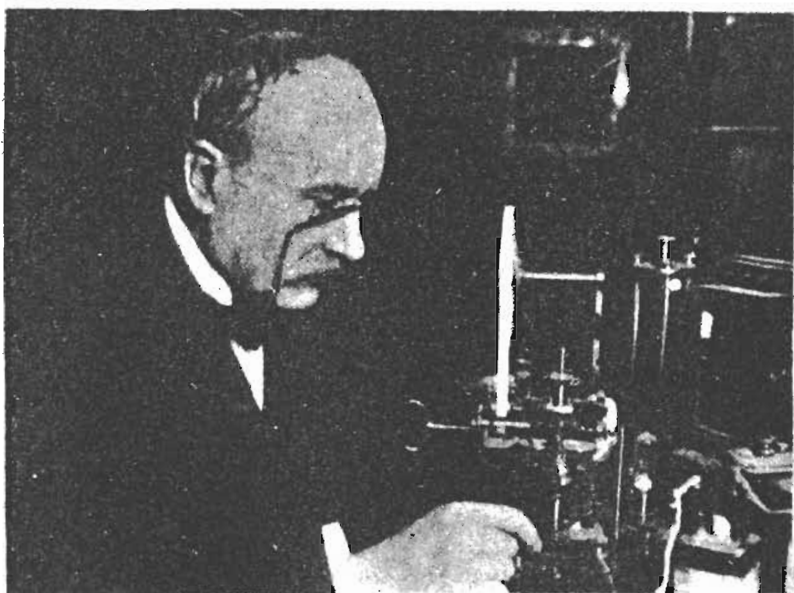
James Clerck Maxwell



Alessandro Popov



Rudolf Hertz



Michele Faraday (1791-1867), nato a Londra, fu il primo fisico d'Inghilterra dell'epoca. Il campo delle sue esperienze fu molto vasto e fu anche l'autore di parecchie teorie sul passaggio delle onde elettriche attraverso l'etere, teorie sulle quali si fondarono le scoperte di Hertz e per le quali si rese possibile la telegrafia senza fili.

dello studioso italiano (di cui, sia detto incidentalmente, la scoperta ha permesso la realizzazione di sismografi di alta sensibilità e delle note prese dal dott. Pierre Corret, e siamo pronti a rispondere come si deve, ad ogni nuovo tentativo di mettere in dubbio il merito e di oscurare la gloriosa memoria di Edouard Branly.

Le esperienze dell'esperto francese sono riprese dal grande fisico inglese OLIVER LODGE (1851-1940) che mette a profitto il fenomeno della *risuonanza* dei circuiti elettrici.

Ognuno per proprio conto

Tuttavia, alcuni dei ricercatori che, ognuno per conto proprio, hanno così apportato un prezioso contributo al futuro edificio della radio, non hanno avuto l'idea di applicare il frutto della loro esperienza alla trasmissione di segnali apportatori di informazioni. Questa idea, l'abbiamo visto, era germinata nello spirito di Alessandro POPOV.

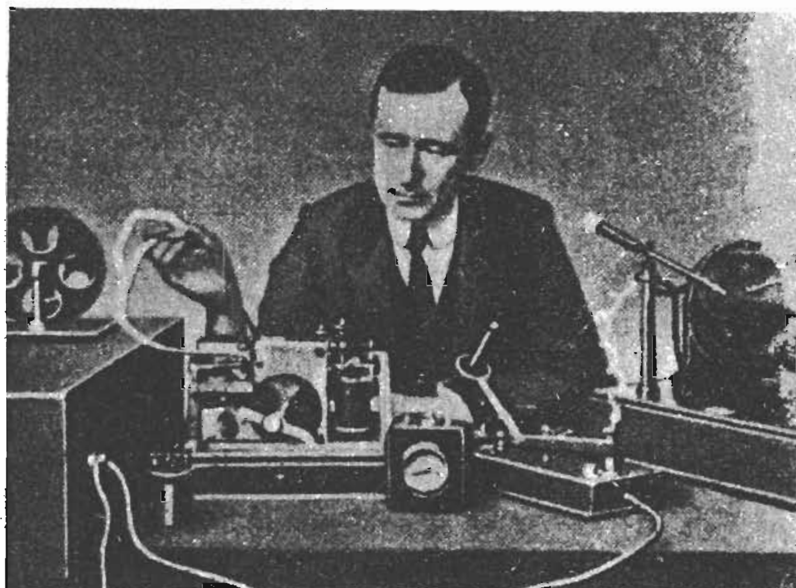
Colui che, nel 1895, realizzerà il primo collegamento radio, è nato nel 1859, nella famiglia di un modesto prete ortodosso, in un villaggio della regione del Perm, negli Urali. Coincidenza curiosa: è in questa lontana regione che ha atterrato il *Voskhod II*, dopo aver permesso a Leonov la sua fantastica galoppata nel vuoto, a 495 km. sopra il sole, con la trasmissione di questo glorioso evento in televisione, questa lontana discendente dei lavori di POPOV...

Dopo gli studi secondari al seminario di Perm, POPOV entra nel 1877, alla Facoltà di Scienze all'Università di Saint-Pétersbourgh. Nel 1883 ritroviamo il giovane fisico alla Scuola dei Torpedinieri di Cronstadt come assistente alla cattedra di « galvanica ». Egli insegna ai futuri ufficiali le basi dell'elettricità e più tardi tiene loro pure un corso di fisica pratica.

Nel 1894, POPOV prende conoscenza degli studi di Oliver LODGE pubblicati nella rivista inglese « *Electricien* » sotto il titolo « The work of Hertz and some of his successors » e dove sono particolarmente esposti i lavori di BRANLY. Durante l'inverno, e nella primavera 1895, egli riproduce le esperienze di HERTZ, e di BRANLY, perfeziona il *cohérer* e mette finalmente a punto il dispositivo che sarà presentato nel corso della storica seduta del 7 Maggio 1895.

Noi ne riproduciamo qui lo schema originale che permette di apprezzare nel contempo la semplicità e l'ingegnosità. Il *cohérer* AB si compone di un tubo di vetro che ha all'interno due fogli di platino di larghezza 8 mm. e scostati di 2 mm., le cui estremità escono da una parte e dall'altra del tubo. Una polvere di ferro puro (*ferrum pulveratum*) è depositata su queste armature allo interno del tubo sospeso orizzontalmente ed elasticamente tra gli estremi M e N, mediante molle di cui quella di sinistra è piegata a zig-zag onde consentire alla sospensione il massimo di leggerezza.

Nello schema elettrico, si distinguono due



Guglielmo Marconi (1874-1937), nato a Sasso Marconi, (Bologna), premio Nöbel nel 1909, fu, con le sue invenzioni, uno dei maggiori benefattori dell'umanità. Rifacendosi ai principi sui quali si fondava la telegrafia senza fili, già determinati da altri scienziati, ebbe la gloria di risolvere le difficoltà tecniche e d'inventare nuovi strumenti per diffondere il nuovo sistema di comunicazioni tra gli uomini.

circuiti. L'uno, sempre chiuso, è quello che comprende la batteria PQ, l'avvolgimento del *rélais* e il *cohérer.* L'altro circuito è formato dalla batteria PQ e dal classico campanello elettrico; non si chiude se non quando l'armatura del *rélais* è attirata verso il punto di contatto C.

Si concepisce facilmente il funzionamento dell'insieme. Il rélais non attira l'armatura se non quando è percorso da una corrente superiore a 5 o anche a 10 mA. Ora, la polvere di ferro oppone normalmente una resistenza dell'ordine di 100.000 ohm alla corrente della batteria di 4 o 5 Volt. Vale a dire che il *rélais* rimane aperto. Ma quando un *treno* di onde herziane raggiunge il *cohérer* (o più esattamente produce in questo delle correnti di A.F.), la resistenza del *cohérer* cade a circa 250 ohm, la corrente nel *rélais* supera il valore critico, il contatto C è chiuso ed il campanello si mette a suonare, che è la sua funzione naturale... Ma non è tutto! Se il martello picchia da un lato la campana, dall'altra picchia il *cohérer* (circondato in questo punto da un ammortizzatore in gomma) e determina così automaticamente il fenomeno della « coesione » ristabilendo la resistenza elevata della polvere metallica.

Un segnale breve (un « punto » dell'alfabeto Morse) dà luogo a un colpo di campana. Uno lungo (un « tratto ») si manifesterà con una suonata della stessa durata, subendo la resistenza del cohérer tante variazioni alternative quanti sono i colpi di martello.

E' questo il dispositivo che ha permesso a POPOV di riprodurre le esperienze di HERTZ, utilizzando un emettitore composto da una bobina di Rhumkorff e di uno spintometro. In più, nel giardino della Scuola dei Torpedinieri, innestando sul suo ricevitore un filo attaccato ad un palloncino gonfiato a idrogeno, POPOV perviene a captare delle perturbazioni atmosferiche dovute a temporali.

Il suo apparecchio, sin dall'inizio, lo si vede, gli serve in tre funzioni diverse come apparecchio di dimostrazione di un fenomeno fisico, come ricevitore di segnali e come indicatore di perturbazioni atmosferiche.

I denigratori di POPOV si sono sforzati nel dimostrare che quest'ultima funzione era già stata un punto di mira, all'origine, del giovane ricercatore: affermazione che smentisce tutti i fatti e tutti i documenti originali.

E' così che il 19 gennaio 1896 POPOV fa una dimostrazione di telegrafia senza fili davanti ai membri della sezione di Cronstdt della « *Societé Technique* ». Fino ad allora egli non utilizza l'antenna che per la ricezione. Ma i lavori del fisico serbo Nicolas TESLA gli ispirano l'idea di equipaggiarne anche l'emettitore. Di colpo la portata di questo accresce considerevolmente.

Così, il 24 marzo 1896 POPOV ha potuto realizzare davanti ai membri della « *Societé Russe de Physique et de Chimie* » una dimostrazione di telegrafia senza fili con regi-

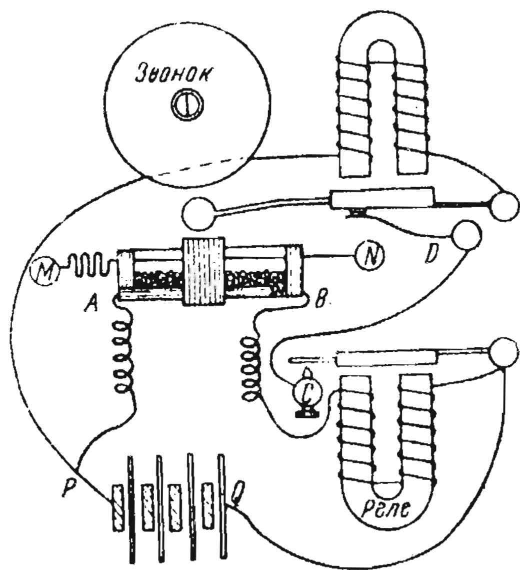
strazione di un messaggio su un apparecchio Morse. Il trasmettitore si trovava nei locali dell'Istituto Chimico dell'Università di Saint Pétersbourgh.

A circa 280 metri da là, nella sala del vecchio gabinetto di fisica, il Professore F.F. Petroucewski, presidente della Società teneva davanti il registratore e man mano che apparivano dei segnali Morse sulla striscia di carta, scriveva le lettere con il gesso sulla lavagna. Le due parole trasmesse dicevano « *Heinrich Hertz* » in caratteri latini. Un'ovazione sanziona il successo di questa esperienza. E' il celebre fisico V. LEBEDINSKI che conserva preziosamente la striscia che porta il primo messaggio radioelettrico. Tale striscia è scomparsa nel 1918 o 1919 a Riga, con l'intera biblioteca dello studioso.

Tre settimane dopo questa memorabile dimostrazione, il 14 aprile 1896, all'Istituto Elettrotecnico di Saint-Pétersbourgh il professor Skobeltsyn fa, nel corso di una conferenza una descrizione ed una dimostrazione degli apparecchi di POPOV. Il testo figura nel numero 4, 1896, (pp. 547-549) del « *Jòurnal des Postes et des Télégraphes* ».

Da allora POPOV persegue il perfezionamento della telegrafia senza fili raggiungendo delle portate sempre più grandi. Partecipa attivamente all'equipaggiamento radio dei navigli della flotta russa e ne affida la esecuzione a Eugenio Ducretet. Il 21 agosto 1900 gli Stabilimenti Ducretet presentano al Congresso Internazionale di Elettricità, riunito a Parigi, un ricevitore di radio con cuffia ed il signor A. Chatelain legge un rapporto di POPOV che descrive il funzionamento di questo apparecchio. POPOV si recò a Parigi in due riprese: nel 1899, per conferire con Eugenio DUCRETET, e nel 1900 per esaminare con il luogotenente Tissot, pioniere francese della radio, certi perfezionamenti da apportare ai propri apparecchi.

Nel 1905 POPOV è eletto Direttore dello Istituto Elettrotecnico di Saint Pétersbourgh. Sovraffaticato dai suoi lavori, POPOV muore improvvisamente l'ultimo giorno dello stesso anno, a causa di un'emorragia cerebrale, all'età di 46 anni. Ma il suo operato rimane e la sua memoria solennemente celebrata il 7 maggio di ogni anno.



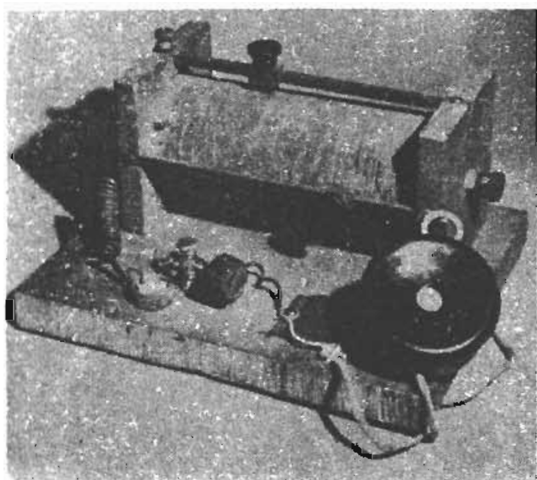
Schema di principio dello storico apparato ricevente ideato e realizzato da Alessandro Popov. Il dispositivo si differenzia solo in particolari di ordine secondario da quello inventato da Guglielmo Marconi.

Tappe storiche

Tuttavia un giovane studente dell'Università di Bologna, Guglielmo MARCONI (1874-1937) si interessa per conto suo ai lavori di HERTZ e di BRANLY e riproduce con successo le loro esperienze. Il 2 giugno 1896, egli deposita un brevetto inglese intitolato: « *Improuvements in Trasmetting Electrical impulses and Signals and in Apparatus therefor* » che egli completa il 2 marzo 1897 e che è accettato il 2 luglio 1897.

A questo punto, i suoi lavori suscitano scalpore nella stampa, senza tuttavia che siano rivelati i particolari tecnici concernenti l'apparecchiatura impiegata. E un articolo di V. H. Preeche nel numero dell'11 giugno 1897 di « *Electricien* », per la prima volta, descrive i dispositivi adoperati da Marconi e che non differenziano da quelli di POPOV se non in particolari di ordine secondario.

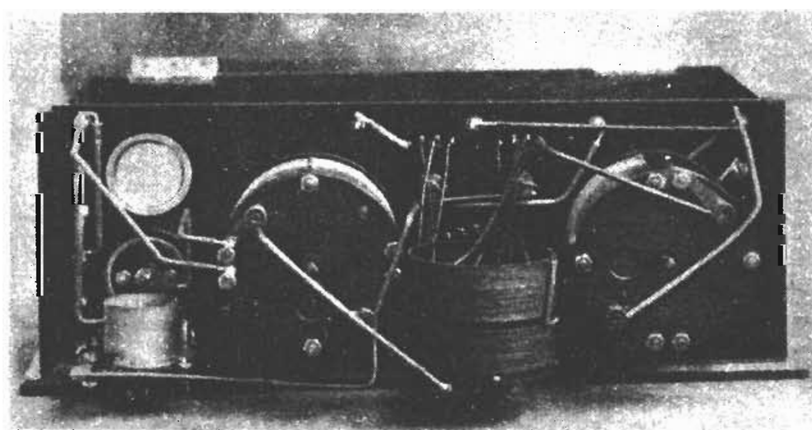
Questo non diminuisce affatto i meriti del brillante sperimentatore italiano che, con



Siamo ai primordi della radio. I ricevitori a detector, con ascolto in cuffia telefonica, erano privi del condensatore variabile. Le variazioni di accordo, nel circuito, di sintonia, si ottenevano facendo scorrere un cursore lungo le spire della bobina.

Il pannello frontale dei ricevitori radio assunse un aspetto significativo soltanto intorno agli anni venti. Questo ricevitore, di fabbricazione inglese, venne prodotto nel 1922. Il potenziometro ancora non esisteva e in sua vece si usava il reostato; le manopole graduate sostituivano le scale e i quadranti.





Lo stesso ricevitore di sopra, visto nell'interno. Si possono vedere i grandi reostati e le bobine di notevoli dimensioni.

una notevole perseveranza, perfeziona incessantemente la sua apparecchiatura.

Nel 1899 egli perviene a trasmettere un messaggio senza fili oltre la Manica. E due anni più tardi, il 12 dicembre 1901, fa valicare alle onde radio l'oceano Atlantico.

I suoi lavori gli hanno valso una giusta ricompensa sotto forma del Premio Nobel per la Fisica che, nel 1909, egli ha condiviso con K. F. Braun.

Fino a questo punto abbiamo cercato di ricostruire la preistoria della radio. Le tappe seguenti le conosciamo più o meno tutti, pertanto, ne ricorderemo le principali:

1906 - L'americano Lee De Forest inventa il triodo.

1913 - L'austriaco Alessandro Meissner inventa la reazione e quindi gli oscillatori a tubi elettronici.

1917 - Il francese Luciano Levy inventa la supereterodina.

1948 - Gli americani Bardeen, Brattain e Shockley creano il transistor.

E certamente non è ancora finita! La radio progredisce alla maniera dei romanzi a puntate di cui ogni capitolo termina con il fascino della parola *continua...*

dalla
emittente
alla ricevente

DALLA EMITTENTE ALLA RICEVENTE

Le onde radio sono presenti in ogni dove, nelle nostre case, per la strada, di giorno e di notte; il loro comportamento è un po' simile a quello dell'aria, perchè, come l'aria, esse circondano i nostri corpi e riescono ad infiltrarsi quasi dovunque, attraversando la maggior parte dei corpi solidi naturali e artificiali: le nostre persone, i muri degli edifici, le pareti di legno o di vetro, l'acqua, il suolo terrestre. Tuttavia, anche questo magico potere delle onde radio è circoscritto entro taluni limiti, al di là dei quali esse nulla possono più fare. E questi limiti sono rappresentati, in misura più o meno sensibile, dalle strutture metalliche, da taluni sistemi montani, dai giacimenti metalliferi e, in genere, da tutti i corpi buoni conduttori di elettricità.

Le onde radio possono suddividersi in molte classi, tenendo conto delle loro caratteristiche fisiche e delle possibilità di propagazione. Ma una prima grande differenziazione può essere fatta raggruppando tutte le onde radio in due categorie: ONDE RADIO NATURALI e ONDE RADIO ARTIFICIALI.

Le onde radio naturali sono sempre esistite, fin dall'origine dell'universo; le onde radio artificiali sono state prodotte dall'uomo appena nel secolo scorso. Un tipo di onde radio artificiali, molto comuni e a tutti note, sono quelle prodotte dai fulmini e che noi avvertiamo attraverso i nostri apparecchi radio sotto forma di fastidiosi rumori, volgarmente chiamati col nome di « scariche ».

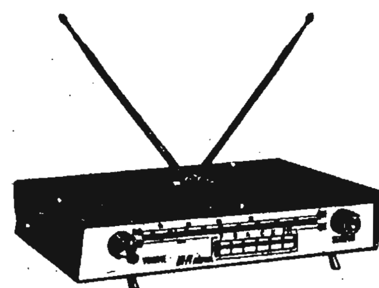
Le onde radio artificiali più note a tutti sono quelle che ci permettono di ascoltare voci e suoni nelle nostre case, attraverso l'apparecchio ricevente, e quelle che ci fanno vedere le immagini sullo schermo del televisore. Sono pure onde radio artificiali quelle emesse dagli apparati radiotelegrafici (senza fili), quelle inviate nello spazio dai radar o quelle che permettono di pilotare automaticamente i satelliti artificiali, rendendoli obbedienti alla volontà dell'uomo mentre navigano negli spazi interplanetari.

Le onde radio artificiali, dopo essere state prodotte da speciali apparecchiature, si diffondono nello spazio con una velocità immensa, uguale a quella con cui la luce si diffonde tutto intorno alla sorgente luminosa, che può essere una lampadina, un faro, un corpo luminoso naturale come il sole o le stelle. E questa velocità è di 300.000 chilometri al secondo. Una velocità, dunque, veramente grande, molto più grande di quella del suono che è di appena 385 metri al secondo.

Natura delle onde radio

Che cosa siano veramente le onde radio, nella loro essenza fisica, nessuno ancora lo sa. Dunque, le onde radio appartengono, almeno in parte, al mondo dei miste-

ri, così come avviene per la luce, per la forza di gravità e per molti altri fenomeni naturali. Tuttavia, allo stato attuale della scienza, si sa esattamente come le onde radio si comportano, come esse si diffondono e come possono essere prodotte o captate. Anche la possibilità della loro esatta misura è una conquista ormai avvenuta. E tali nozioni, in pratica, sono quelle che più interessano, perchè esse ci permettono oggi di ottenere una grandissima quantità di scopi pratici, che rendono la nostra esistenza più comoda e più confortevole.

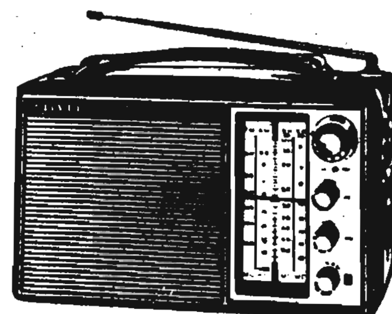


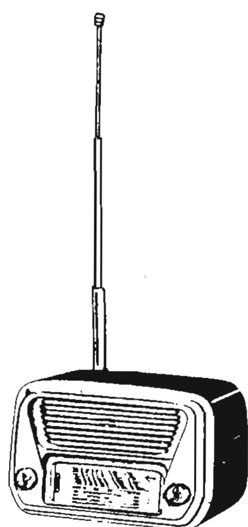
L'antenna

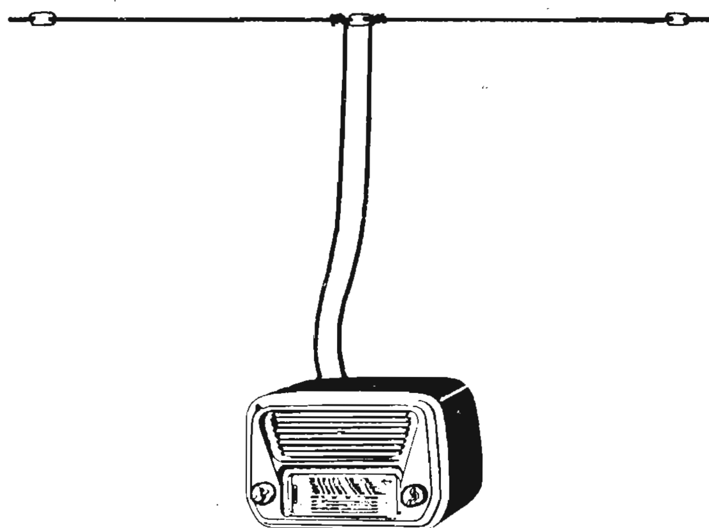
L'antenna rappresenta uno dei prodotti dell'industria radiotecnica tra i più comuni e più noti. I tetti delle nostre case sono fioriti di questi modernissimi elementi meccanici, che permettono a tutti noi di ascoltare e di vedere ciò che si dice e ciò che avviene in ogni parte del mondo.

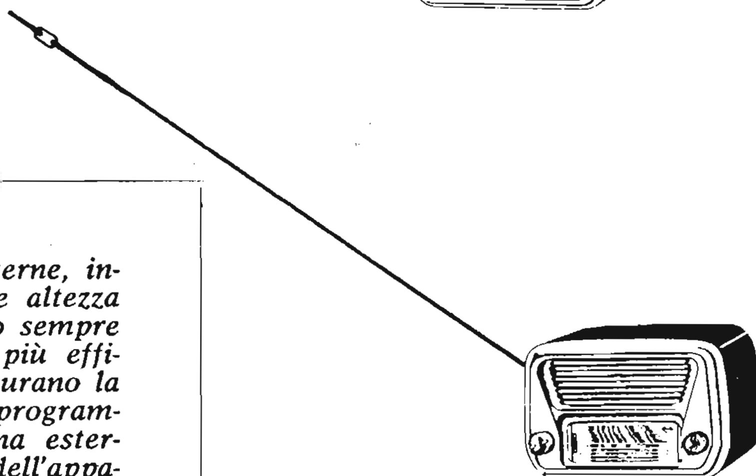
L'antenna quindi può definirsi come una stazione di arrivo per le onde radio, prima di trasformarle in voci, suoni, comandi o segnalazioni percepibili dai nostri sensi. Ma questa stazione di arrivo non sempre ci appare sotto l'aspetto di un filo teso fra due supporti installati sul tetto o in forma di asta metallica affusolata ad una estremità o recante un certo numero di sbarrette metalliche in posizione orizzontale; l'antenna può anche non vedersi ed il nostro apparecchio radio funzionare ugualmente bene. Il merito di tutto ciò va attribuito al progresso della tecnica, che è riuscita a ridurre le dimensioni e la forma delle grandi antenne, di una quarantina d'anni fa, al punto di... occultare l'antenna ricevente dentro lo stesso contenitore dell'apparecchio radio. Dunque, anche se l'antenna non è visibile, essa esiste sempre e può essere rappresentata da un corto spezzone di filo, da un elementare avvolgimento o da un componente, di recente costruzione, che prende il nome di ferrite.

L'antenna, per ogni ricevitore radio, rappresenta la porta di ingresso per i segnali radio dovunque presenti. Nei ricevitori radio di concezione moderna, adatti per l'ascolto dei programmi a modulazione di frequenza, vengono montate antenne orientabili, di dimensioni ridotte e di tipo « telescopico ».

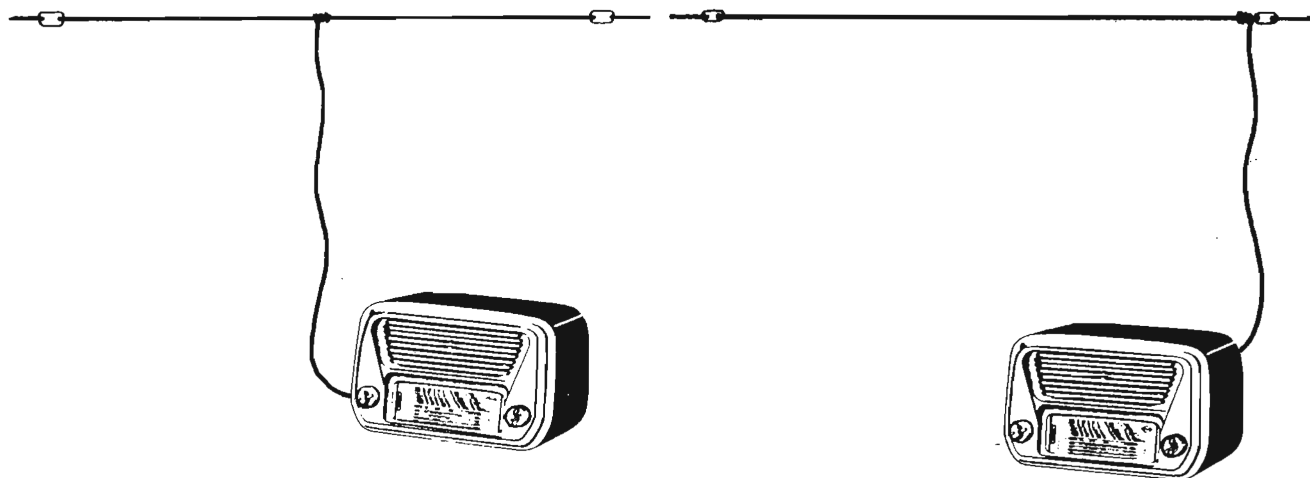








Le antenne unifilari esterne, installate ad una notevole altezza dal suolo, rappresentano sempre i « captatori di onde » più efficienti, e quelli che assicurano la migliore ricezione dei programmi radiofonici. L'antenna esterna esalta la sensibilità dell'apparecchio radio e lo « isola » da taluni tipi di disturbi.



Frequenza e lunghezza d'onda

Le onde radio, come ogni altra grandezza fisica, sono suscettibili di misura, anche se esse non si vedono. Ma anche il tempo non si vede, eppure lo si misura, e la sua unità di misura è il minuto secondo. Dunque, come per le lunghezze l'unità di misura è il centimetro, per i pesi il grammo e per il tempo il minuto secondo, anche per le onde radio è stata stabilita l'unità di misura, anzi ne sono state stabilite due: il metro e l'hertz. E fra queste due unità di misura vi è una stretta relazione, la cui interpretazione scaturisce dall'analisi fisica delle onde radio.

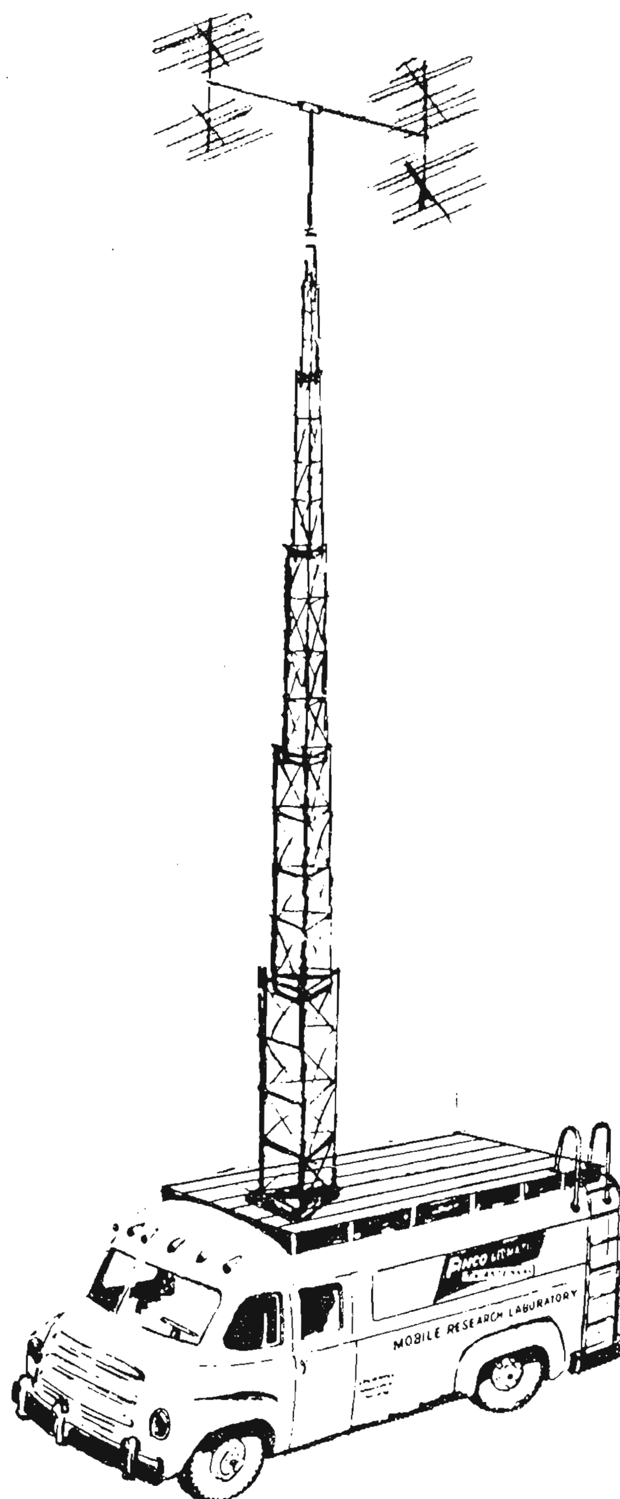
In ogni caso si può anticipare fin d'ora che il metro misura la lunghezza dell'onda radio, mentre l'hertz ne misura la frequenza, cioè il numero di onde nell'unità di tempo.

Onde elettromagnetiche

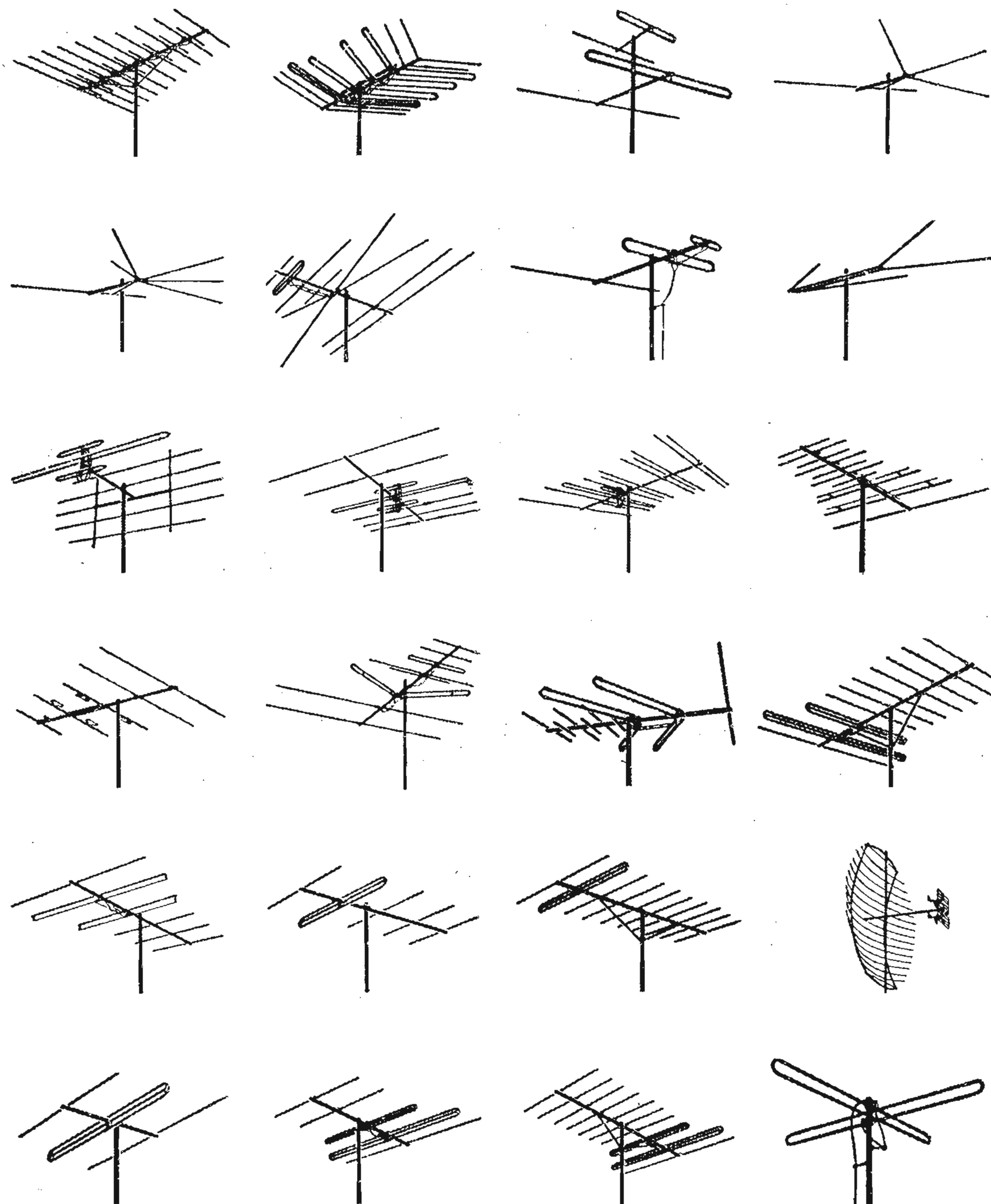
La funzione essenziale di ogni apparecchio radio è quella di ricevere le onde radio che si trovano nello spazio e di trasformarle in onde sonore le quali, raggiungendo il nostro orecchio, si rivelano sotto forma di voci e suoni. Quindi vi sono onde all'entrata dell'apparecchio radio e vi sono onde alla sua uscita. Ma vi è una grande differenza tra questi due tipi di onde. Le onde sonore sono soltanto delle rarefazioni e delle compressioni dell'aria.

Le onde radio sono onde elettromagnetiche, dello stesso tipo di quelle irradiate dalle scintille elettriche, dai fulmini o dalle elettrocalamite. Le onde sonore abbisognano, per viaggiare, di un mezzo materiale, che può essere un qualsiasi corpo solido, liquido o gassoso, ma che più comunemente è l'aria. Le onde radio, al contrario, non hanno bisogno di alcun mezzo per viaggiare, anzi, esse viaggiano meglio attraverso il vuoto. E una prova evidente di ciò ci è offerta dai collegamenti radio coi satelliti artificiali che, pur viaggiando nel vuoto, riescono a ricevere da terra, e a inviare sulla terra, le onde radio.

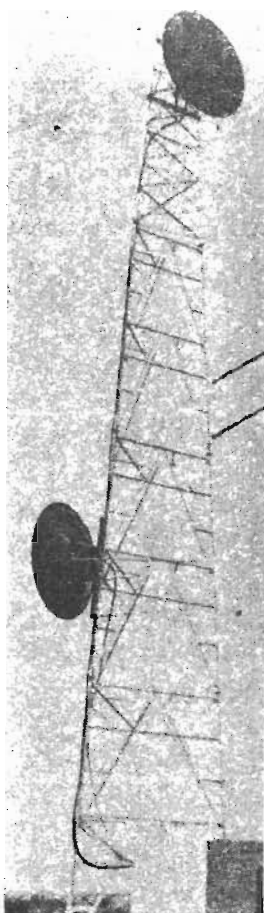
Si è detto che le onde sonore sono composte da rarefazioni e compressioni dell'aria; ma queste rarefazioni e compres-



L'altezza dal suolo dell'antenna trasmittente o ricevente costituisce l'elemento di maggior importanza per la qualità di ogni tipo di collegamenti radio. Anche le antenne delle trasmittenti mobili TV tendono ad esaltare tale elemento.

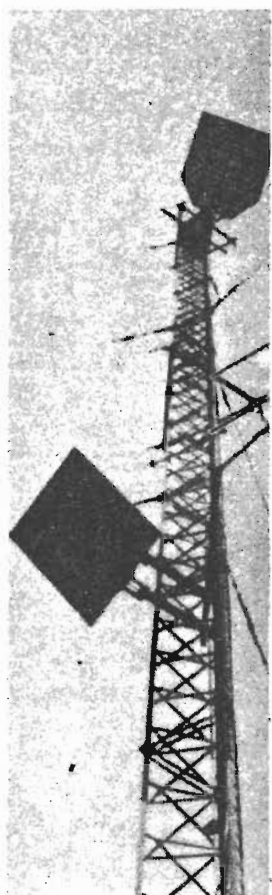


Le antenne a più elementi rappresentano uno dei prodotti del recente progresso tecnico. Esse vengono attualmente installate nelle stazioni emittenti, in quelle riceventi e in molti altri sistemi di collegamenti radio. Generalmente si tratta di antenne fortemente direttive, adatte per captare segnali radio di frequenza molto elevata, provenienti anche da notevoli distanze. La direttività di queste antenne è caratterizzata anche da taluni accorgimenti tecnici che favoriscono la captazione delle onde radio e che permettono di escludere le onde riflesse da ostacoli naturali o artificiali, rimanendo sensibili soltanto alle sole onde dirette.

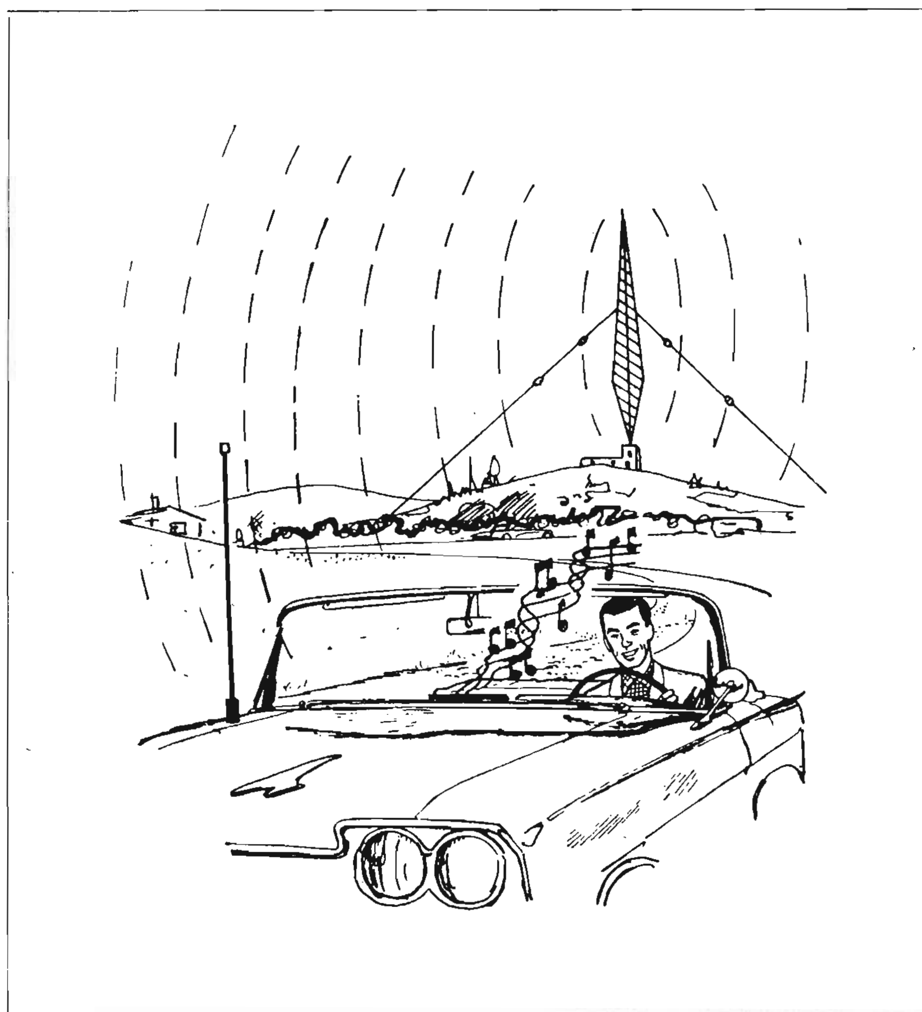


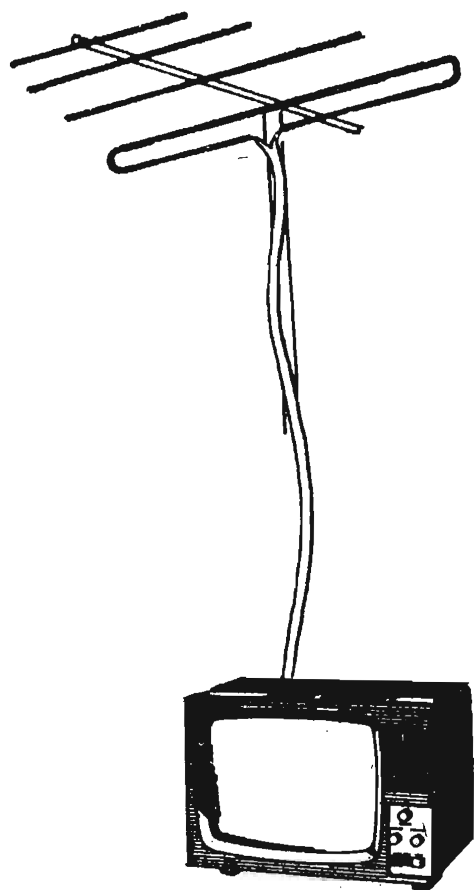
L'antenna ricevente TV è sempre composta da un certo numero di elementi, dei quali soltanto il dipolo rappresenta l'elemento utile, quello adatto alla ricezione del segnale e alla immissione di questo nel ricevitore.

I ponti radio sono caratterizzati dalla presenza di una o più antenne di tipo parabolico o di forma analoga.



L'antenna ricevente dell'autovettura diviene efficientissima in prossimità dell'antenna trasmittente e in assenza di ostacoli interposti.





sioni possono succedersi assai rapidamente oppure molto lentamente una dopo l'altra. Nel primo caso si hanno onde sonore corte, nel secondo caso si hanno onde sonore lunghe. Si suol dire anche che nel primo caso si hanno suoni con frequenza più elevata che nel secondo caso. E tutto ciò può essere così riassunto: se il numero delle rarefazioni e delle compressioni (onde sonore) diffuse in un minuto secondo è elevato, il suono è di frequenza elevata e le onde sono corte; in caso contrario il suono è di bassa frequenza e le onde sono lunghe. Nel primo caso i suoni sono acuti, nel secondo caso i suoni sono gravi.

Ma ritorniamo alle onde elettromagnetiche, cioè alle onde radio.

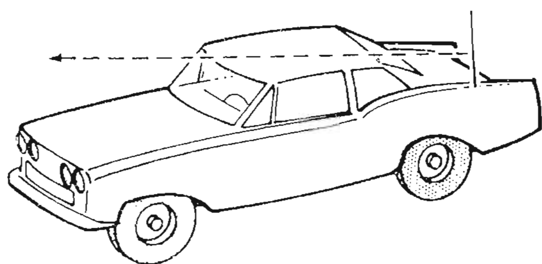
L'antenna delle stazioni radiotrasmittenti, che serve a diffondere nell'etere le onde radio, si comporta un po' come la corda di un violino la quale, fatta vibrare con l'archetto, diffonde nell'aria onde sonore. L'antenna delle stazioni radiotrasmittenti viene fatta vibrare da una particolare corrente elettrica, generata dalla stazione radiotrasmittente, che prende il nome di « corrente oscillante ». Si tratta di una corrente elettrica di frequenza molto elevata che, quando scorre attraverso un conduttore, presenta la caratteristica di diffondersi nell'aria creando un campo elettromagnetico capace di far giungere le proprie vibrazioni a grandi distanze. Quindi le onde radio altro non sono che campi elettromagnetici oscillanti.

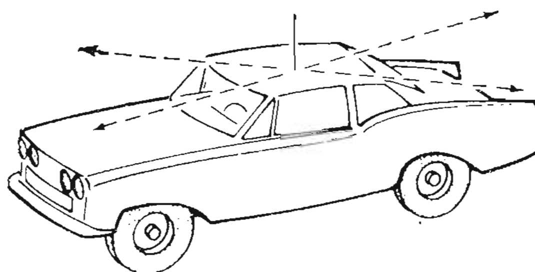
Propagazione delle onde

Il fenomeno che rende possibile la trasmissione e la ricezione dei suoni e delle immagini è basato essenzialmente sulla propagazione nello spazio di onde elettromagnetiche che, contenendo l'informazione sonora o visiva, possono essere inviate o ricevute per mezzo di antenne.

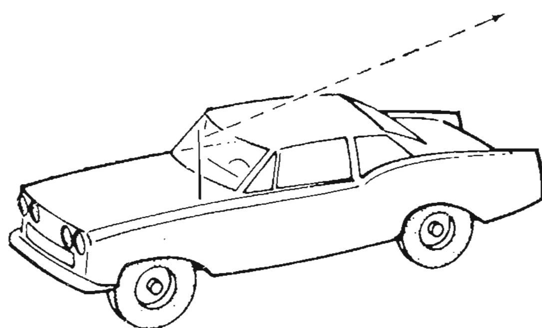
Un'onda elettromagnetica non è che una perturbazione, creata nello spazio circostante da una corrente elettrica la quale viene accelerata oppure decelerata lungo un conduttore che costituisce l'antenna. In realtà, un flusso di elettroni oscillanti lungo un filo conduttore aereo crea, intorno al filo stesso, un'onda elettromagnetica, che si propaga in modo quasi sferico nello spazio circostante.

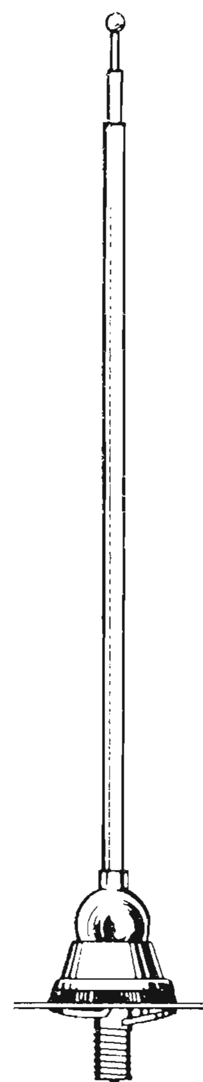
Un corpo che si trovi sul cammino della onda radio risulta soggetto all'azione dell'elettromagnetismo che caratterizza la natura dell'onda stessa; se il corpo è un buon conduttore di elettricità, cioè se possiede elettroni liberi, in esso gli elettroni stessi si mettono ad oscillare, dando luogo ad una oscillazione elettrica. Se nella oscillazione di partenza era presente sotto qualche forma un segnale utile, ossia un segnale elettrico ottenuto da un suono, questo segnale utile potrà essere ritrovato nell'oscillazione degli elettroni dell'antenna ricevente. Il modo di oscillare degli elettroni è simile al modo di variare della corrente alternata o della tensione alternata della rete-luce, solo che in questo caso la frequenza è più alta.

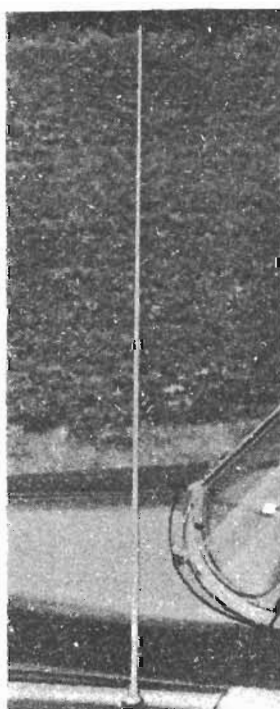




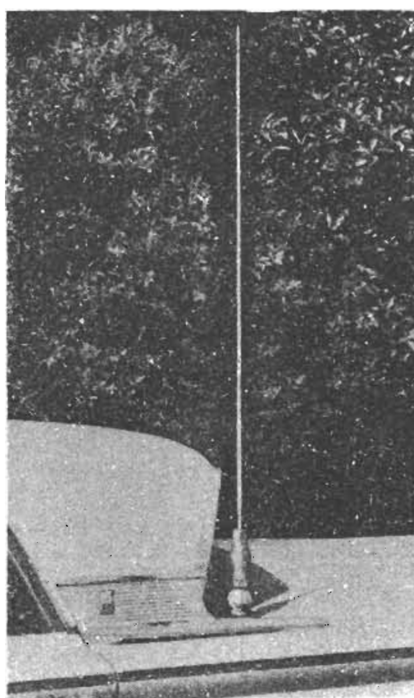
Soltanto l'antenna installata sul tetto dell'autovettura può vantare la massima ricettività delle onde radio. Questa fondamentale caratteristica risulta limitata quando l'installazione avviene in altre parti della carrozzeria.







Lo snodo a sfera dell'antenna offre la possibilità di qualunque sistema di orientamento ed una conseguente efficienza nella ricettività.



Misura delle onde

E' risaputo che la corrente elettrica per uso domestico ha una frequenza di 50 cicli al secondo. Che cosa significa ciò?

Ricordiamo per un momento che cos'è nella sua intima natura la corrente elettrica.

La corrente elettrica altro non è che un movimento di elettroni lungo i fili conduttori. La corrente continua è caratterizzata da un flusso di elettroni, lungo i conduttori, che si sviluppa sempre nello stesso verso e alla medesima velocità. La corrente alternata, a differenza di quella continua, è caratterizzata da un movimento alternato di elettroni liberi contenuti nei conduttori metallici. Ci spieghiamo meglio. Gli alternatori, che sono dei generatori di correnti alternate, non sono dotati di due morsetti, quello positivo e quello negativo, come avviene nelle pile. I morsetti dell'alternatore cambiano di nome cinquanta volte al minuto secondo.

Ciò significa che ciascun morsetto diviene positivo e negativo, successivamente, per cinquanta volte al secondo. Come si comportano, in questo caso, gli elettroni liberi dei fili conduttori? Essi risentono del continuo cambiamento di nome dei morsetti dell'alternatore, e sono costretti ad un movimento in avanti e all'indietro

Tabella di comparazione della frequenza con la lunghezza d'onda

ONDE MEDIE		ONDE CORTE	
frequenza (kilocicli)	lunghezza d'onda (metri)	frequenza (megacicli)	lunghezza d'onda (metri)
550	545	1,5	200
600	500	2	150
650	461	3	100
700	429	4	75,0
750	400	5	60,0
800	375	6	50,0
850	353	7	42,9
900	333	8	37,5
960	316	9	33,3
1000	300	10	30,0
1050	286	11	27,3
1100	273	12	25,0
1150	261	13	23,1
1200	250	14	21,4
1250	240	15	20,0
1300	231	16	18,8
1350	222	17	17,6
1400	214	18	16,7
1450	207	19	15,8
1500	200	20	15,0

in ogni punto del conduttore. In altre parole in ogni punto del conduttore metallico, collegato ai morsetti dell'alternatore, vi sono degli elettroni che vanno sempre su e giù, senza mai allontanarsi dalla loro zona. Nelle correnti continue, invece, si verifica esattamente il contrario, perchè in esse gli elettroni percorrono l'intero circuito.

Dunque, quando si dice che la corrente elettrica per usi domestici ha una frequenza di 50 cicli al secondo (c/s) si vuol dire in pratica che gli elettroni, che fluiscono attraverso i conduttori elettrici, si muovono in avanti e all'indietro per ben 50 volte al minuto-secondo.

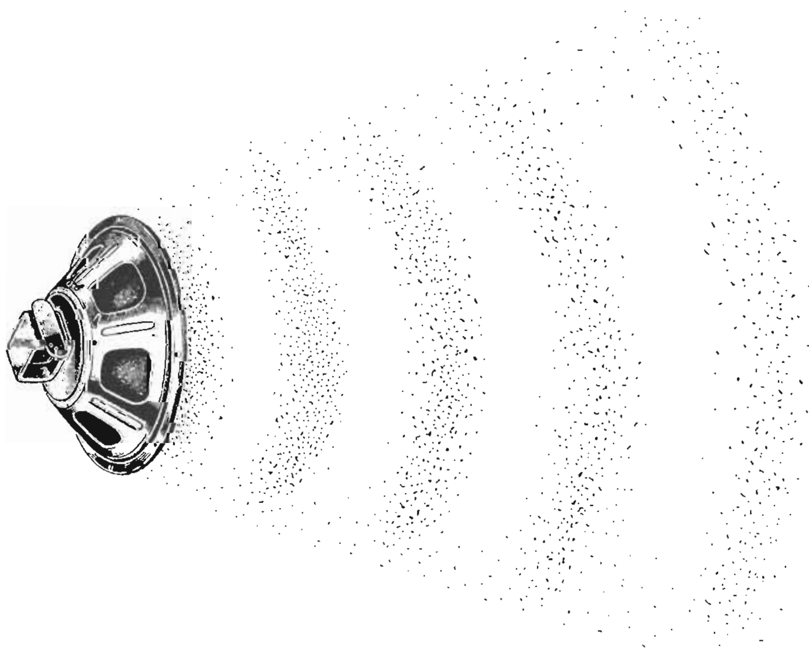
L'elettromagnetismo ci insegna che ogni conduttore elettrico percorso da corrente è avvolto da un campo elettromagnetico, generato dalla corrente stessa. E se la corrente, che percorre il conduttore elettrico, è continua allora il campo elettromagnetico generato è stabile, come quello prodotto da un normale magnete permanente (calamita); se, al contrario, la corrente che percorre il conduttore elettrico è alternata, allora anche il campo elettromagnetico prodotto è alternato, cioè varia le sue polarità per un certo numero di volte al minuto secondo (nel caso della corrente elettrica per usi domestici, il campo elettromagnetico cambia le sue polarità 50 volte al minuto secondo); questo fenomeno potrebbe essere realizzato facendo ruotare una calamita, prima in un senso e poi nell'altro per ben 50 volte al minuto secondo.

Il campo elettromagnetico variabile, che avvolge i conduttori elettrici, può essere considerato un'onda elettromagnetica; meglio, un'insieme di onde che si diffondono nello spazio, a partire dal conduttore elettrico, per una certa distanza (molto limitata).

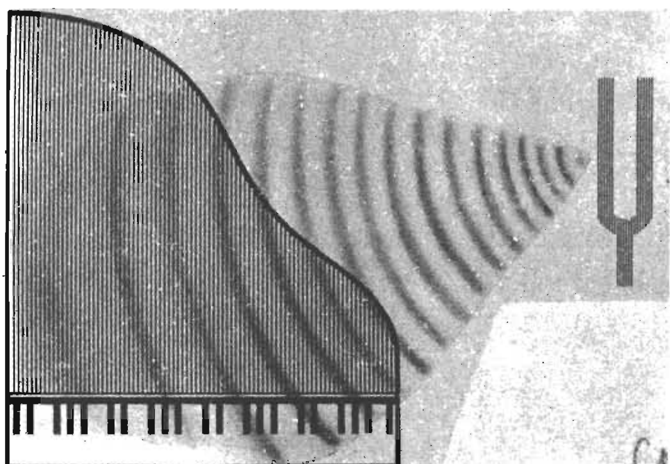
Le onde radio hanno il potere di diffondersi nello spazio su distanze anche enormi, perchè la frequenza della corrente che percorre l'antenna trasmittente è molto elevata. La frequenza delle onde corte, ad esempio si aggira intorno alle decine di milioni di cicli al secondo.

L'unità di misura della lunghezza d'onda, come è stato detto, è il metro, mentre l'unità di misura della frequenza è il ciclo al secondo, abbr. c/s., che viene anche denominato « hertz », abbr. Hz.

Tra il metro e l'hertz vi è una stretta relazione, che permette di conoscere la lunghezza delle onde radio quando sia nota la frequenza e, viceversa, permette



Le onde acustiche si differenziano dalle onde radio per due fondamentali elementi: le prime sono di natura meccanica e sono meno veloci, le seconde sono di natura elettromagnetica e corrono nello spazio con la velocità della luce.



Il diapason si comporta rispetto alle onde acustiche allo stesso modo del circuito di sintonia nei confronti dei segnali radio. Il diapason vibra soltanto quando è investito da onde sonore di una determinata frequenza.

di conoscere la frequenza delle onde radio quando di esse sia nota la lunghezza. La relazione è la seguente:

$$\textbf{lunghezza d'onda} = \frac{\textbf{Velocità della luce}}{\textbf{Frequenza delle onde radio}}$$

E poichè la velocità della luce è di 300.000.000 metri al minuto secondo, questa stessa formula si presenta nel modo seguente:

$$\textbf{lunghezza d'onda (in metri)} = \frac{\textbf{300.000.000 metri}}{\textbf{Frequenza (in cicli al secondo)}}$$

Esempio. Se la corrente elettrica all'antenna trasmittente ha una frequenza di 1.000.000 di cicli al secondo, da quell'antenna si diffondono nello spazio onde radio della lunghezza di 300 metri. L'unità di misura della frequenza è il ciclo al secondo (c/s), denominato anche «hertz». In pratica, tuttavia, si usano valori multipli dell'hertz, che sono il « kilohertz » e il « megahertz », abbr. KHz e MHz; queste unità di misura vengono anche denominate « kilocicli al secondo » e « megacicli al secondo », abbr. Kc/s e Mc/s. Con l'uso dei multipli dell'hertz le precedenti formule assumono le seguenti espressioni:

$$\textbf{Lunghezza d'onda (metri)} = \frac{\textbf{300}}{\textbf{frequenza (megahertz)}}$$

$$\textbf{Frequenza (kilohertz)} = \frac{\textbf{300.000}}{\textbf{lunghezza d'onda (metri)}}$$

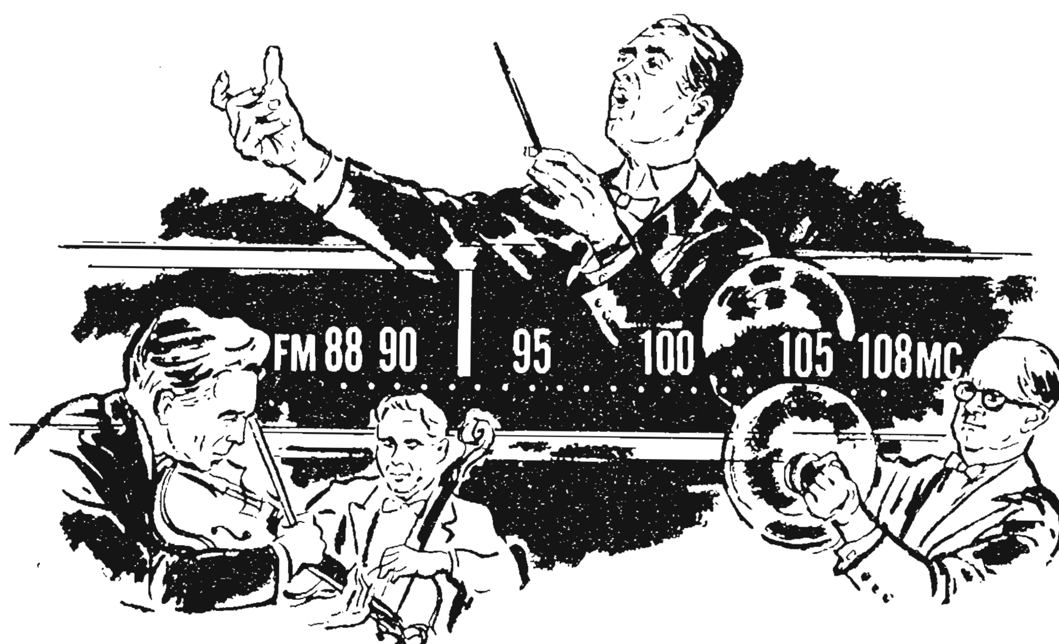
$$\textbf{Frequenza (megahertz)} = \frac{\textbf{3.000}}{\textbf{lunghezza d'onda (metri)}}$$

Tutte le formule fin qui riportate stanno a dimostrare che la lunghezza d'onda è inversamente proporzionale alla frequenza, e ciò significa che più lunga è l'onda più bassa è la frequenza e viceversa, ossia più alta è la frequenza più corta è l'onda.

Estensione delle gamme d'onda

L'estensione e la suddivisione dell'intero spettro delle onde radio debbono essere compiute dal tecnico che si accinge ad effettuare le operazioni di allineamento sulla scala parlante di un ricevitore radio.

Le onde radio si differenziano tra di loro per la lunghezza o, il che è lo stesso per la frequenza. Esistono onde radio della lunghezza di alcune decine di kilometri, mentre ne esistono altre della lunghezza di appena qualche centimetro. Lo spettro delle onde radio è l'insieme di tutte queste onde dalle più lunghe alle più corte. Questo insieme viene suddiviso in alcuni



Classificazione delle frequenze		
Lunghezza d'onda	**Frequenza**	**Denominazione**
30000-3000	**10-100 KHz**	**Frequenze bassissime**
3000-600	**100-500 KHz**	**Frequenze basse**
600-100	**500-3000 KHz**	**Medie frequenze**
100-10	**3-30 MHz**	**Alte frequenze**
10-1	**30-300 MHz**	**Altissime frequenze (VHF)**
1-0,10	**300-3000 MHz**	**Frequenze ultra alte (UHF)**
0,10-0,01	**3000-30000 MHz**	**Super frequenze**

sottogruppi, che prendono il nome di « gamme d'onda ». Si conosce ad esempio la gamma delle onde medie, quella delle onde corte, delle onde lunghe ecc.

Modulazione

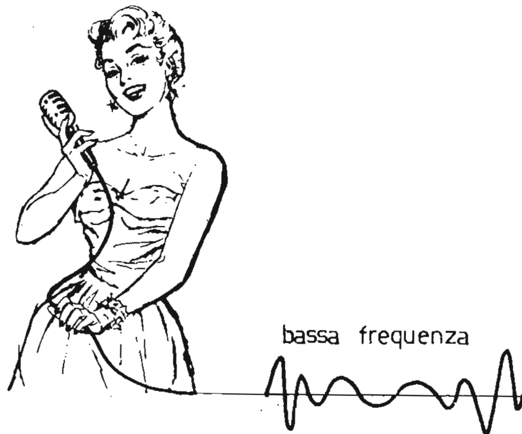
In ogni stazione radiotrasmittente si creano tre forme di onde diverse: quella elettromagnetica, di bassa frequenza, generata dal microfono, quella elettromagnetica ad alta frequenza, generata da un particolare apparato che prende il nome di oscillatore A.F. e, infine, quella risultante dal mescolamento delle prime due; quest'ultima rappresenta l'onda radio vera e propria che si irradia nello spazio dall'antenna trasmittente. Il processo di mescolamento dell'onda proveniente dal microfono e di quella generata dall'oscillatore A.F. prende il nome di MODULAZIONE. In pratica, finchè l'onda radio non inizia il suo viaggio a partire dall'antenna trasmittente, non è cor-

Suddivisione delle onde radio		
Gamma d'onda	**Lunghezza d'onda**	**Frequenza**
Lunghissime	**da 30000 a 3000 metri**	**da 10 a 100 kilocicli**
Lunghe	**da 3000 a 600 metri**	**da 100 a 500 kilocicli**
Medie	**da 600 a 200 metri**	**da 500 a 1500 kilocicli**
Mediocorte	**da 200 a 100 metri**	**da 1500 a 3000 kilocicli**
Corte	**da 100 a 25 metri**	**da 3 a 12 megacicli**
Cortissime	**da 25 a 10 metri**	**da 12 a 30 megacicli**
Ultracorte	**da 10 a 1 metro**	**da 30 a 300 megacicli**
Micro onde	**al di sotto del metro**	**oltre i 300 megacicli**

retto parlare di onde, perchè in pratica si tratta soltanto di correnti elettriche. Dunque, il processo di modulazione consiste, nel mescolare la corrente elettrica proveniente dal microfono, che è denominata corrente microfonica, con la corrente ad alta frequenza generata dall'oscillatore A.F. La prima prende anche il nome di « modulante », mentre la seconda prende il nome di « portante ». Queste due ultime denominazioni trovano giustificazione nel fatto che la corrente microfonica, se inviata da sola all'antenna trasmittente, percorrerebbe soltanto pochi metri di distanza nello spazio, mentre la corrente ad alta frequenza, se inviata da sola all'antenna trasmittente, percorrerebbe, sottoforma di onde radio, distanze enormi, ma farebbe ascoltare, attraverso gli altoparlanti degli apparecchi radio, soltanto un rumore di fruscio. Si potrebbe anche dire che il processo di modulazione consiste nel « caricare » l'onda radio generata dall'oscillatore A.F.; mentre si può dire che l'energia ad alta frequenza viene « caricata » con l'energia di bassa frequenza proveniente dal microfono.

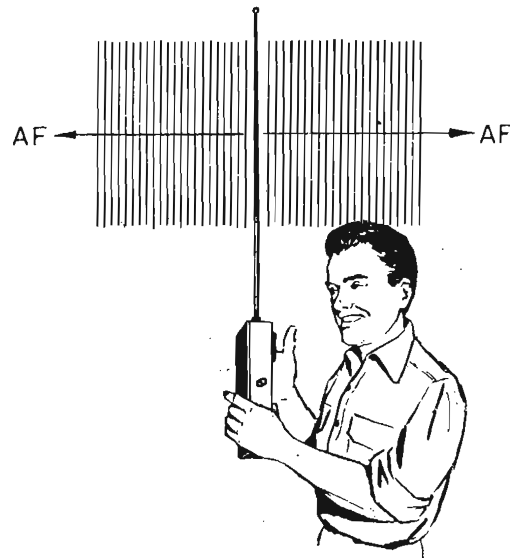
L'onda ad alta frequenza (radiofrequenza) che ha già subito il caricamento del segnale utile modulante si chiama « modulata ». Un primo modo di inserire il segnale utile sull'onda portante è quello di regolare (ossia modulare) l'ampiezza della onda portante mediante il segnale utile. Si ottiene in questo modo un'onda modulata in ampiezza, ossia un'onda che ha una ampiezza di oscillazione definita e determinata dal segnale utile. Nell'antenna ricevente viene captata un'onda simile alla modulata: con opportuni sistemi, nell'apparecchio radio, si riesce a decomporre l'onda radio nelle sue due componenti: quella di bassa frequenza, che viene trasformata in voci e suoni, e quella di alta frequenza (portante), che viene gettata via.

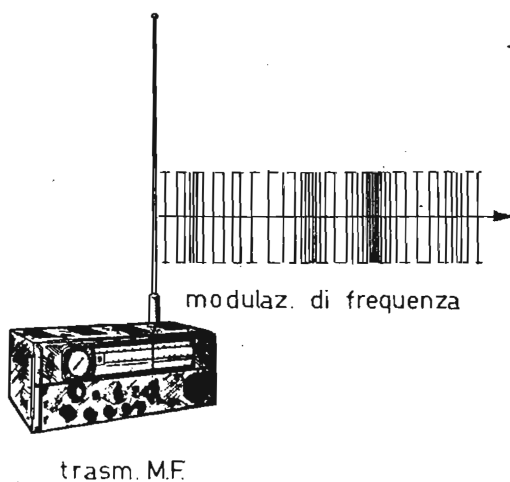
Un altro sistema di inserire il segnale utile nella portante è quello di variare la frequenza di oscillazione della portante stessa, secondo l'ampiezza del segnale modulante. Anche in questo caso sull'antenna ricevente viene captata un'onda simile alla modulante: con sistemi opportuni, molto diversi da quelli usati nella modulazione di ampiezza, è possibile ottenere nuovamente il segnale utile modulante.

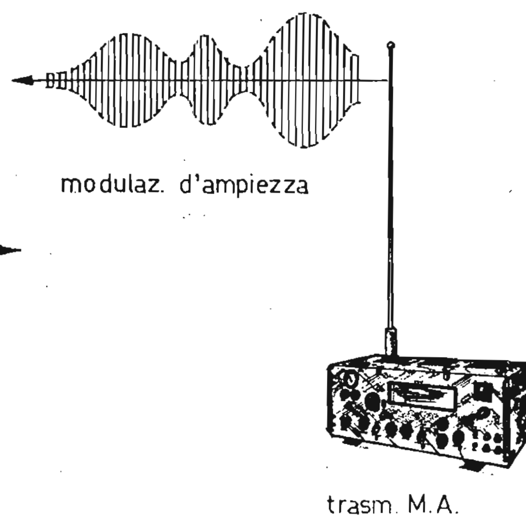


La corrente elettrica generata dal microfono è una corrente di bassa frequenza, che non può da sola irradiarsi nello spazio sotto forma di onde radio. Al trasmettitore, infatti, è affidato il compito di mescolare la bassa frequenza con l'alta frequenza, che rappresenta il veicolo delle voci e dei suoni.

Quando nel trasmettitore non si parla (disegno a destra) dalla sua antenna esce il solo segnale di alta frequenza che, se ricevuto da un apparato radioricevitore, viene avvertito soltanto come un fruscio.
La mescolanza dei segnali di bassa frequenza con quelli di alta frequenza prende il nome di « modulazione ». Il processo di modulazione può avvenire in due diversi modi: si può modulare la frequenza del segnale (disegno in basso a sinistra) e si può modulare invece l'ampiezza del segnale (disegno in basso a destra).







Principali emittenti italiane in modulazione di ampiezza.

Frequenza kHz	Lunghezza d'onda m	Città e programma
1549	193,5	Trieste, III programma;
1578	190	Ancona I, Brindisi I, Carrara I, Catanzaro I, Cosenza I, Lecce I, Perugia I, Taranto I, Terni I, Agrigento II, Alessandria II, l'Aquila II, Arezzo II, Ascoli Piceno II, Belluno II, Benevento II, Biella II, Bressanone II, Brunico II, Campobasso II, Como II, Cortina II, Cuneo II, Foggia II, Merano II, Potenza II, Salerno II, Savona II, Siena II, Sondrio II, Teramo II, Trento II, Verona II, Vicenza II;
1529	196	Vaticano, Livorno III, Pisa III;
1484	202	Aquila I, La Spezia I, Potenza I, Verona I, Avellino II, Bolzano II, Catanzaro II, Cosenza II, Gorizia II;
1448	207	Ancona II, Cagliari II, Caltanissetta II, Firenze II, Lecce II, Palermo II, S. Remo II, Sassari II, Taranto II, Torino II, Udine II;
1367	219,5	Agrigento III, Bari III, Bologna III, Bolzano III, Catania III, Firenze III, Genova III, Messina III, Milano III, Napoli III, Palermo III, Roma III, Torino III, Venezia III, Verona III, Bari III, Bologna I, Catania I, Genova I, Palermo I, Pescara I, Reggio C. I, Roma I, Udine I, Trento I;
1115	269	Aosta II, Bari II, Bologna II, Messina II, Pisa II, Trieste II;
1061	283	Cagliari I;
1034	290	Genova II, Milano II, Napoli II, Pescara II, Venezia II;
899	333,5	Milano I;
845	355	Roma II;
818	366,5	Trieste I;
656	457,5	Bolzano I, Firenze I, Napoli I, Torino I, Venezia I;
566	530	Caltanissetta.

Frequenze delle portanti

Occorre usare, per ogni trasmittente radio e televisiva, una diversa frequenza della portante, in quanto se tutte usassero la stessa frequenza la ricezione sarebbe impossibile, perchè su uno stesso apparecchio radio si accavallerebbero tutti i segnali in arrivo, con grande confusione.

Uffici internazionali hanno stabilito il campo di frequenza che ciascuna nazione può usare; uffici nazionali hanno poi stabilito la frequenza alle quali devono trasmettere le singole stazioni. Così, per esempio, la RAI ha deciso che la stazione di Bologna I° programma trasmetta con frequenza della portante (radiofrequenza) di 1331 kHz, pari a 225,5 m.

Ora si potrebbe pensare che fosse sufficiente che un'altra stazione trasmetta a 1332 kHz, perchè tutto vada bene: invece no! Siccome il segnale sonoro da trasmettere ha la banda di frequenza da 16 a 20000 Hz (cioè in parole povere da 0 a 20 kHz), avviene che durante la trasmissione occorre ricevere l'intero campo di frequenza compreso tra 1331 — 20 kHz e 1331 + 20 kHz, ossia tra 1311 e 1351 kHz, per poter ricevere un buon segnale (in realtà la banda interessante è molto minore, compresa tra 1331 kHz e 1340 kHz). Inoltre, per evitare interferenze tra una stazione e l'altra, occorre separare le bande relative a due stazioni vicine in frequenza, con una zona di frequenze vuote, non usate da nessuno. Per questi motivi la banda relativa a una stazione è di 9 kHz: di questa banda, la frequenza più bassa è quella dell'onda portante della stazione emittente.



I radioamatori comunicano tra loro in tutte le parti del mondo per mezzo di speciali apparecchiature e « lavorano » su frequenze elevate appositamente riservate alla loro attività.

componenti elettronici

COMPONENTI ELETTRONICI

Condensatori

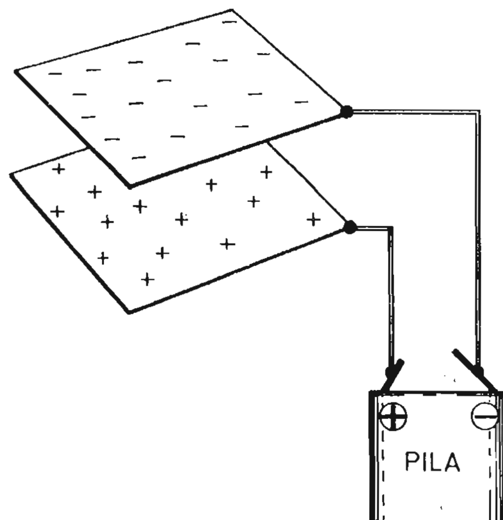
Il condensatore, nella sua forma più semplice, è costituito da due lamine metalliche, dette « armature », affacciate a breve distanza tra di loro, separate da un isolante, che prende il nome di « dielettrico ». Così sono fatti tutti i condensatori, anche se varia la loro grandezza, la loro forma, e se diverso è il loro impiego. Generalmente i condensatori hanno come dielettrico l'aria, la mica, la ceramica, la carta paraffinata, e prendono rispettivamente il nome di condensatori ad aria, a mica, a ceramica, a carta paraffinata. Il nome di condensatore deriva dal fatto che sulle superfici contrapposte delle armature si trovano condensate le cariche elettriche libere, le quali producono un campo elettrico fra le superfici affacciate tra loro delle armature stesse. Si può dire quindi che il condensatore rappresenti un serbatoio di cariche elettriche e, in pratica, di energia elettrica. Tale definizione non deve tuttavia creare confusione fra il condensatore, le pile e gli accumulatori elettrici, perchè le pile e gli accumulatori elettrici rappresentano altrettanti serbatoi di energia elettrica, ma, a differenza dei condensatori, sono dei veri e propri generatori di elettricità. Il condensatore invece non genera elettricità e quella da esso contenuta viene trasmessa per mezzo di un generatore, che può essere appunto una pila o un condensatore.

Le due armature che compongono il condensatore possono essere separate dal vuoto, oppure, più comunemente, dall'aria o da qualunque materiale isolante solido o liquido: in ogni caso l'isolante interposto fra le armature del condensatore ne costituisce il « dielettrico ». Così due lamine metalliche applicate alle due facce opposte di una lastra di vetro, oppure di mica, di fibra, di paraffina od altro, vengono a costituire un condensatore piano con dielettrico solido. Due lastre metalliche, oppure due sfere o due corpi conduttori immersi nell'olio, costituiscono invece un condensatore con dielettrico liquido.

Ogni corpo conduttore isolato può essere sempre considerato come l'armatura di un condensatore, di cui l'altra armatura è rappresentata dal suolo, o dalle pareti della stanza e in genere da tutti gli altri corpi conduttori circostanti appoggiati o connessi a terra.

La quantità di cariche elettriche, rispettivamente positive e negative, che si trovano separate fra loro sull'una e sull'altra armatura, rappresenta la « carica elettrica del condensatore »: essa viene misurata in « coulomb » ed è chiaro che la carica elettrica positiva di un'armatura è sempre uguale in valore alla carica elettrica negativa dell'altra.

Capacità di un condensatore



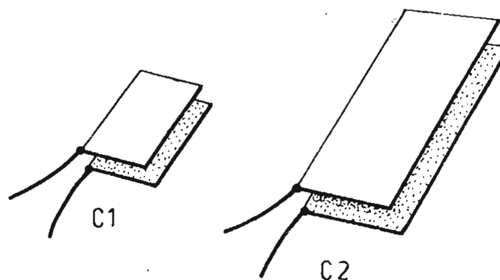
La carica elettrica che un dato condensatore viene ad assumere, dipende unicamente dalla tensione esistente fra le armature. Però, due o più condensatori diversi, quando vengono caricati tutti fino a raggiungere la medesima tensione, assumono in generale sulle rispettive armature delle quantità di elettricità differenti.

Si esprime brevemente questo fatto dicendo che i vari condensatori hanno una « capacità » diversa, e precisamente una capacità maggiore quelli che per una data tensione assumono sulle armature una carica elettrica maggiore, e capacità minore invece quelli che assumono una carica elettrica minore. D'altra parte, per uno stesso condensatore, la quantità di elettricità (o carica elettrica) che si trova addensata sulle armature, è proporzionale in ogni caso alla tensione esistente fra una armatura e l'altra: ossia, comunque si vari lo stato di carica di un dato condensatore, la carica elettrica dislocata sulle armature e la corrispondente tensione fra una armatura e l'altra, aumentano o diminuiscono in proporzione. Ne segue che il rapporto tra la carica elettrica « Q » e la tensione « V » rimane sempre costante, e costituisce una grandezza fisica caratteristica, che ha un valore determinato per ogni singolo condensatore; questo rapporto viene assunto a definire precisamente la « capacità C » del condensatore ponendo senz'altro:

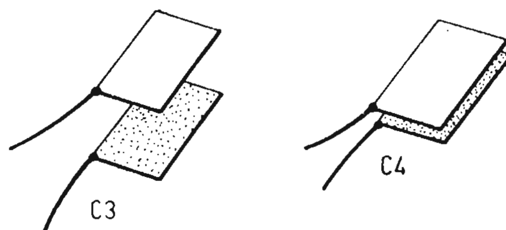


$$C = \frac{V}{Q}$$

nella quale « C » è la « capacità » del condensatore, « Q » è la « carica » elettrica in coulomb e « V » è la tensione in volt.



In tal caso si viene a definire la capacità di ogni condensatore mediante la carica elettrica che esso assume, rapportata all'unità di tensione. Cioè la capacità viene definita mediante la quantità di elettricità che viene a trovarsi contrapposta sulle armature, positiva sull'una e negativa nell'altra, quando esiste tra di esse la tensione di un volt.

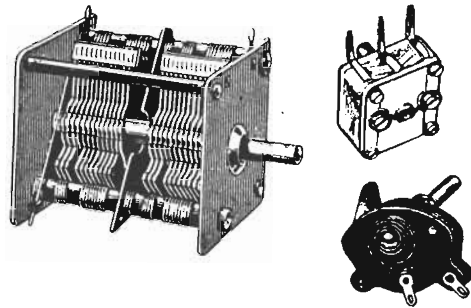


A sinistra: il condensatore nella sua espressione più elementare è rappresentato da due lamine metalliche sulle quali si condensano, affacciate tra di loro, le cariche elettriche.

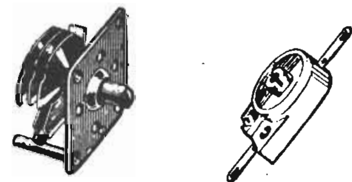
Sotto a sinistra: la capacità di un condensatore dipende dalla misura delle superfici delle lamine metalliche e dalla loro distanza. La capacità del condensatore C 1 è inferiore a quella del condensatore C 4 ed è superiore a quella del condensatore C 3.

Qui a destra: rappresentazione simbolica e reale di vari tipi di condensatori; in ordine di successione: condensatore variabile, compensatore, condensatore fisso, condensatore elettrolitico.

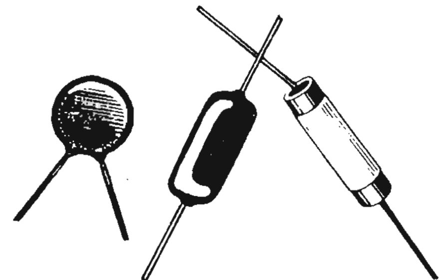




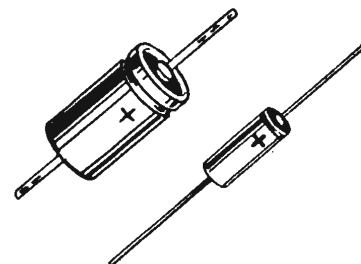












Poichè il « coulomb » rappresenta l'unità di misura della quantità di elettricità o di carica elettrica corrispondente ad 1 ampère al secondo, si può dire che la capacità di un condensatore esprime in generale quel numero costante di coulomb che devono essere di volta in volta dislocati sulle armature affinchè la tensione tra l'una e l'altra si elevi ogni volta e progressivamente di 1 volt.

La capacità dei condensatori viene misurata conseguentemente in coulomb per volt (coulomb/volt). In memoria del fisico inglese « Farady », l'unità di capacità così definita viene designata col nome internazionale di « farad », ponendo precisamente:

$$\textbf{1 farad} = \frac{\textbf{1 coulomb}}{\textbf{1 volt}}$$

abbreviato:

$$1\ F = \frac{1\ C}{1\ V}$$

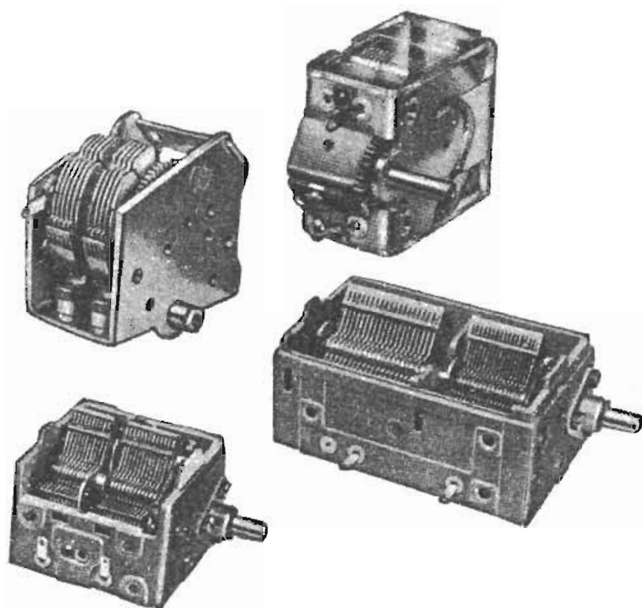
Così dicendo ad esempio che un dato condensatore ha la capacità di 1/1000 di farad (oppure 1/1000 di coulomb/volt) si esprime il fatto che quel condensatore viene ad assumere sulle armature la quantità di elettricità di 1/1000 di coulomb per ogni volt di tensione.

In generale se un dato condensatore ha capacità « C », vuol dire che se esso viene caricato fino a raggiungere tra un'armatura e l'altra la tensione « V », sulle armature viene a trovarsi contrapposta una quantità di elettricità:

$$Q = C \times V$$

La capacità di un condensatore dipende: dalla superficie affacciata delle armature; dalla distanza che separa le armature; dal tipo di dielettrico che le separa.

Nei ricevitori a circuito supereterodina i condensatori variabili sono dotati di due sezioni: una di queste concorre alla formazione del circuito di sintonia, l'altra a quello d'oscillatore.



Un condensatore avrebbe la capacità di un farad qualora potesse assumere la carica di un coulomb per ogni volt di tensione tra le armature: per ottenere questo risultato si richiederebbe un condensatore con delle armature di estensione enorme e praticamente irrealizzabile. Ciò vuol dire che la capacità dei condensatori comunemente in uso è sempre molto più piccola di un farad: un milionesimo di farad rappresenta già una capacità assai elevata, perchè l'ordine di grandezza più comune delle capacità discende fino ai milionesimi ed anche ai miliardesimi di farad. Il milionesimo di farad si designa col nome di « microfarad » e si indica col simbolo μF.

Il microfarad è l'unità più usata in pratica per indicare la capacità dei condensatori: però, nelle formule che esprimono le cariche elettriche in coulomb e le tensioni in volt, le capacità devono sempre essere espresse in farad.

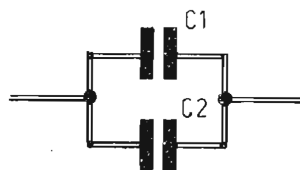
Anche la superficie terrestre costituisce l'armatura di un condensatore, la cui seconda armatura non è formata, come erroneamente si crede, dalle stelle, bensì dal pulviscolo e in genere dagli invisibili portatori di elettricità di cui è piena l'atmosfera. La superficie terrestre si comporta da elettrodo negativo, mentre gli strati dell'atmosfera agiscono da elettrodo positivo.

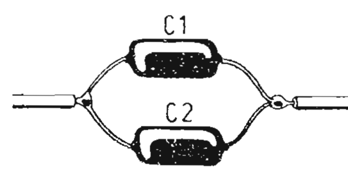
Non si può calcolare con esattezza la capacità elettrica della terra, poichè uno degli elettrodi è gassoso. Comunque è uso calcolarla con la formula seguente:

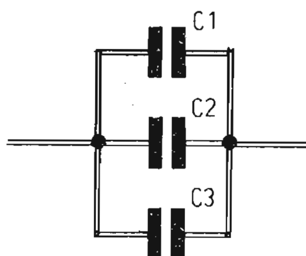
$$\textbf{Capacità della terra} = \frac{\textbf{Raggio della terra}}{\textbf{Unità di capacità}}$$

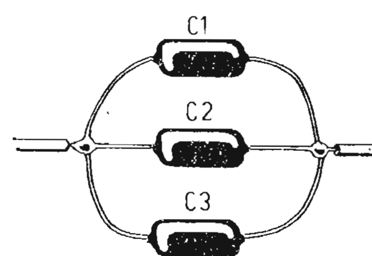
Per l'applicazione di tale formula, dato che il raggio della terra viene espresso con una unità di misura di lunghezza (nel nostro caso in centimetri) non si può esprimere la capacità con la nota unità di misura, cioè il farad; la capacità dovrà quindi essere espressa in centimetri. E poichè un farad corrisponde a 899 miliardi di centimetri, è facile applicare la formula a concludere che la capacità della terra è di 708 microfarad.

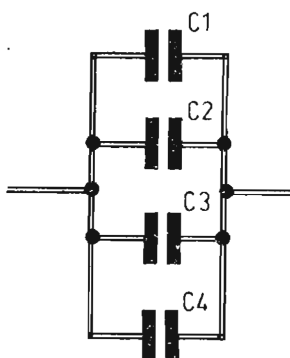
Collegamento in parallelo di condensatori

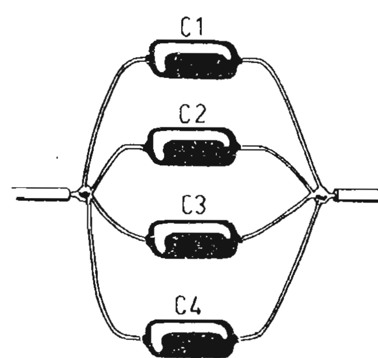












I condensatori possono collegarsi tra di loro con due sistemi diversi: in parallelo e in serie. Il collegamento in parallelo è quello in cui due o più condensatori sono collegati tra di loro uno di fianco all'altro, mentre il collegamento in serie è quello in cui i condensatori vengono collegati uno dopo l'altro. Per conoscere il valore della capacità risultante dal collegamento di un certo numero di condensatori, si debbono applicare alcune formule.

Il collegamento in parallelo di due o più condensatori è certamente il più semplice, quello che non richiede l'applicazione di speciali formule matematiche, in quanto è possibile determinare il valore della capacità risultante semplicemente sommando tra di loro tutti i valori delle capacità che concorrono al collegamento. Si può dire quindi che il valore capacitativo di più condensatori collegati in parallelo è dato dalla somma delle capacità singole. Tale concetto si spiega facilmente; infatti, nel collegamento in parallelo di due o più condensatori, tutte le armature con cariche elettriche di uno stesso segno risultano elettricamente connesse tra di loro, e risultano pure connesse tra di loro tutte le armature sulle quali sono condensate le cariche elettriche di segno opposto. Pertanto il risultato è evidente: si ottiene un unico condensatore costituito di due sole armature le cui superfici risultano essere la somma delle superfici dei vari condensatori che partecipano al collegamento in parallelo. Quindi, indicando con C1, C2, C3,... le capacità che partecipano al collegamento in parallelo, il valore della capacità risultante che, come abbiamo detto, è determinato dalla somma delle singole capacità, è dato da:

$$C = C1 + C2 + C3 + ...$$

Collegamento in serie di condensatori

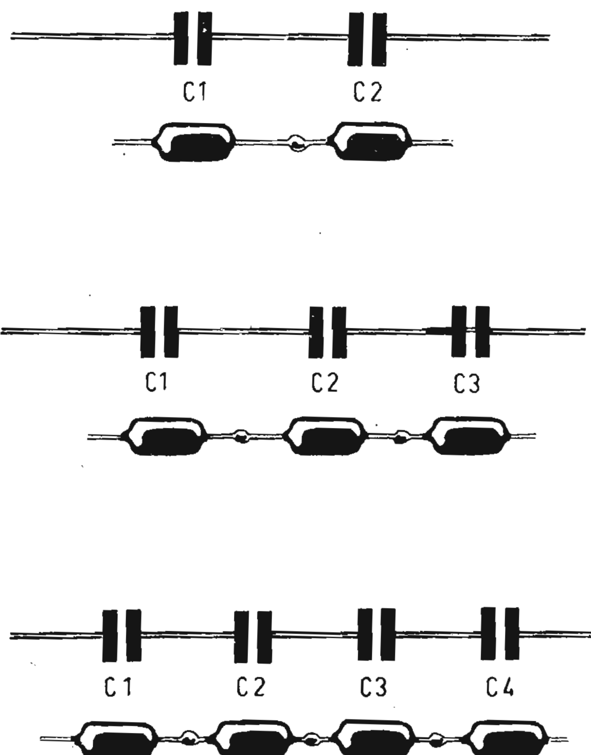
Mentre il calcolo della capacità risultante di un insieme di due o più condensatori collegati in parallelo tra di loro è assai semplice, perchè si tratta di eseguire una semplice operazione di addizione dei valori capacitivi che concorrono al collegamento, per i condensatori collegati interni tra di loro il calcolo si presenta un po' più complicato; si tratta infatti in questo secondo caso di applicare talune formule algebriche, peraltro semplici e facilmente applicabili anche da coloro che non hanno una specifica preparazione algebrica.

Se i condensatori collegati tra di loro in serie hanno lo stesso valore di capacità, allora la capacità risultante è data dalla seguente formula.

$$\text{Capacità risultante} = \frac{\text{Capacità di un condensatore}}{\text{Numero dei condensatori}}$$

che, in simboli, assume la forma:

$$C = \frac{C1}{N}$$



Se i condensatori collegati in serie hanno valori capacitivi diversi e sono solo due, vale la seguente formula:

$$C = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Ma i condensatori possono essere più di due e allora occorre applicare la seguente formula:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \dots}$$

I condensatori nei radiocircuiti

Si è detto che il condensatore, nella sua forma più semplice, è costituito da due lamine metalliche, chiamate armature, affacciate fra loro a breve distanza e separate da un isolante o dielettrico. Nella realtà i condensatori appaiono sotto aspetti molto diversi tra loro, e la costituzione del condensatore dipende dal particolare impiego che di esso viene fatto in un determinato punto di un circuito radioelettrico.

Il dielettrico può essere l'aria, la mica, la ceramica, la carta paraffinata e, a seconda del tipo del dielettrico, i condensatori prendono il nome di condensatori ad aria, a mica, ecc.

Il condensatore di maggiore importanza, presente in quasi tutti gli apparecchi radio, è il « condensatore variabile »; questo può essere ad una o più sezioni ed è formato da un insieme di lamine fisse, che formano lo « statore » a da un insieme di lamine mobili che formano il « rotore ».

I condensatori che vengono usati in maggiore quantità sono quelli « a mica », « ceramici », « a pasticca »; un altro tipo di condensatore molto usato e in grado di sopportare tensioni elevate è il « condensatore a carta ». Il « condensatore elettrolitico » è quello che è destinato ad immagazzinare una grande quantità di cariche elettriche; esso è presente nei circuiti di alimentazione dei ricevitori radio e può assumere diverse forme. Nei condensatori elettrolitici il dielettrico è costituito da uno strato di ossido che viene a formarsi sulle superfici affacciate di due nastri di alluminio, separate da un elettrolita, quando esse sono sottoposte ad un determinato potenziale elettrico. Sui terminali dei condensatori elettrolitici viene sempre indicata la loro polarità, per cui un terminale deve essere collegato al potenziale positivo, l'altro negativo. L'inversione delle polarità danneggerebbe irreparabilmente il condensatore.

In generale, su tutti i condensatori elettrolitici il terminale positivo del componente si trova da quella parte in cui, sull'involucro esterno, è riportata una crocetta (+), mentre il terminale negativo si trova da quella parte in cui, sempre sull'involucro esterno del componente, è riportato un trattino (—). In taluni tipi di condensatori elettrolitici il terminale positivo si trova da una parte, ed appare

completamente isolato, mentre il terminale negativo si trova all'estremità opposta e risulta in intimo contatto elettrico con l'involucro metallico esterno del condensatore. In taluni tipi moderni di condensatori elettrolitici il terminale positivo è rappresentato da un conduttore più lungo di quello negativo. Nei condensatori elettrolitici doppi o tripli (condensatori nei quali sono incorporati due o tre condensatori) sono presenti due o tre terminali positivi, mentre vi è un unico conduttore negativo, comune per i due o i tre condensatori; anche in questo caso il conduttore negativo si trova in intimo contatto elettrico con l'involucro metallico esterno del componente: Sull'involucro esterno della maggior parte dei condensatori impiegati nei circuiti radio viene sempre indicato il valore capacitivo e il valore della tensione massima alla quale possono venire sottoposti; il corretto impiego di un condensatore impone di non oltrepassare mai il limite della sua tensione di lavoro, giacchè tensioni più elevate finirebbero col perforare il dielettrico, danneggiando il condensatore. In alcuni tipi di condensatori ceramici, il valore capacitivo viene rilevato mediante lettura con il codice dei colori.

Codice di lettura dei condensatori

In taluni tipi di condensatori, di attuale produzione industriale, il valore capacitivo ed altre caratteristiche tecniche relative al componente, viene indicato per mezzo di fascette, anelli o punti colorati, che trovano immediato riferimento con il cosiddetto codice di lettura. Dunque, per conoscere l'esatto valore capacitivo di questi tipi di condensatori occorre mandare a memoria il codice, oppure averlo sempre sottomano sul banco di lavoro.

Per interpretare il codice a colori che caratterizza i colori capacitivi dei condensatori occorrono distinguere tre casi diversi:

1° caso: sul corpo dei condensatori sono presenti cinque colori (occorre servirsi della seguente tabella):

Colore	I	II	III	IV	V
nero	NP0	0	0	1	± 20 %
marrone	N/30	1	1	10	± 1 %
rosso	N/80	2	2	100	± 2 %
arancione	N/150	3	3	1000	± 2,5 %
giallo	N/220	4	4	10000	—
verde	N/330	5	5	100000	± 5 %
blu	N/470	6	6	1000000	—
viola	N/750	7	7	—	—
grigio	—	8	8	0,01	—
bianco	P/100	9	9	0,1	± 10 %
	Coefficiente di temperatura	1ª cifra	2ª cifra	Moltiplicatore del picofarad	tolleranza

La prima cifra viene letta a partire dalla striscia di colore più vicina all'estremità del condensatore o dalla parte senza terminali.

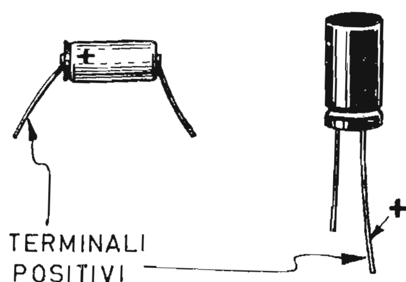
Che cosa significano le sigle NPO o N/330 o P/100?

Questi simboli rappresentano il coefficiente di temperatura che viene indicato quando il condensatore con il variare della temperatura del suo corpo, varia anche la sua capacità in farad (o picofarad). La lettera N sta ad indicare una variazione negativa, mentre la lettera P indica una variazione positiva della capacità: cioè, in altre parole, se c'è N vuol dire che se il condensatore si scalda, cioè aumenta di temperatura, la sua capacità diminuisce, mentre se c'è P vuol dire che la sua capacità aumenta con il crescere della temperatura.

Esempio: N/330 indica che se la temperatura aumenta di 10° (gradi centigradi), la capacità del condensatore diminuisce dello 0,330 %: viceversa P/100 indica che per ogni 10° di aumento di temperatura la capacità del condensatore aumenta dello 0,100 %.

NPO invece significa che anche se la temperatura aumenta o diminuisce, non ci sono variazioni della capacità del condensatore. Il significato degli altri colori è uguale a quello usato per le resistenze.

Esempi. Si supponga che la successione dei colori sia: nero - marrone - verde - rosso - bianco: allora il primo colore (nero) sta a significare che il condensatore non cambia valore con il variare della temperatura (NPO); il secondo colore (marrone), indica il valore della prima cifra del numero che rappresenta la capacità del picofarad e cioè 1: il terzo colore indica la seconda cifra del numero che rappresenta il valore in picofarad: nel caso citato (verde) la seconda cifra è 5: il quarto colore rappresenta il numero di zeri da aggiungere alle cifre trovate: nell'esempio posto (rosso) il moltiplicatore è 100, per cui il valore della capacità è di 1500 pF; il quinto colore, al solito, indica la tolleranza, ossia rappresenta l'approssimazione con la quale può essere vero il valore del condensatore espresso dai colori: nell'esempio riportato (bianco) il condensatore ha tolleranza del 10 % ossia il suo valore è compreso tra 1350 e 1650 pF.



I condensatori elettrolitici sono componenti elettronici polarizzati, sono cioè dotati di un terminale positivo ed uno negativo; il riconoscimento del terminale positivo è agevolato dalla presenza di una crocetta impressa sull'involucro esterno del componente; talvolta il terminale positivo è rappresentato dal conduttore più lungo.

Si supponga ancora di aver sotto mano un condensatore in cui i cinque colori si succedono nel seguente ordine: viola - giallo - viola - bianco - verde. Allora si ha: 1°) colore (viola N/750): il condensatore, per ogni dieci gradi d'aumento di temperatura, diminuisce la sua capacità dello 0,750 % 2°) colore (giallo): la prima cifra del condensatore è 4; terzo colore (viola): la seconda cifra del condensatore è 7; 4°) colore (bianco): le due cifre trovate (47) devono essere moltiplicate per 0,1 e quindi si ha che il valore del condensatore è di 4,7 pF; 5°) colore (verde): la tolleranza della capacità del condensatore vale il 5 %:

cioè il valore del condensatore è di 4,7 pF ± 5 % ossia 4,7 ± 0,2 pF (il suo valore è compreso tra 4,5 e 4,9 pF).

2° caso: sul corpo del condensatore sono presenti quattro colori.

In queste condizioni non è presente il valore del coefficiente di temperatura: quindi la lettura si esegue sul modo seguente:

Il 1° colore (quello dei due periferici più vicino all'estremità) indica il valore della prima cifra della capacità, con il codice del colore delle resistenze e dei condensatori già citato.

Il 2° colore indica il valore della seconda cifra della capacità.

Il 3° colore rappresenta il moltiplicatore, ossia il numero per il quale deve essere moltiplicato il numero dato dalle prime due cifre, come nel caso delle resistenze.

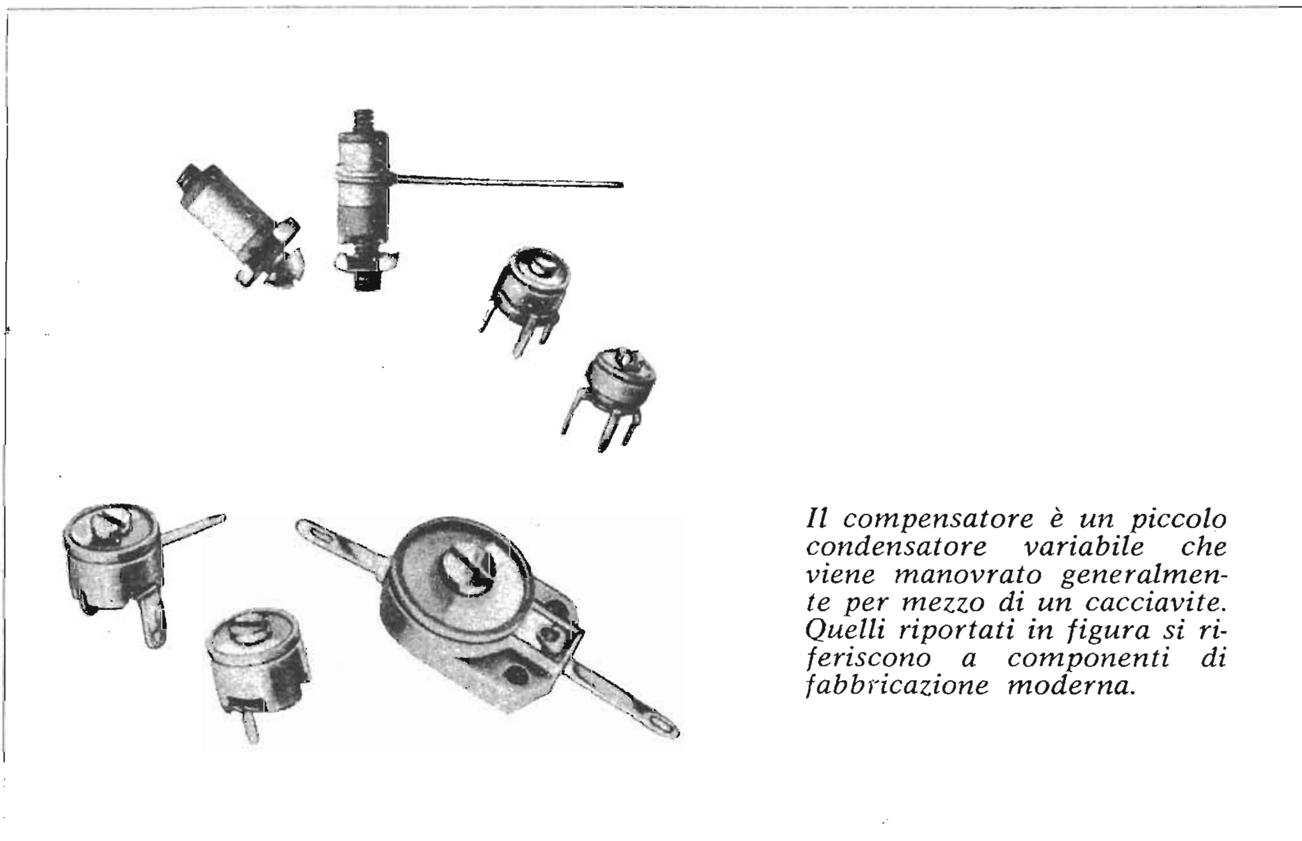
Il 4° colore indica la tolleranza.

3° caso: sul corpo del condensatore sono presenti solo 3 colori. In questo caso mancano sia la tolleranza sia il coefficiente di temperatura, e quindi i tre colori indicano il solo valore delle cifre significative e del moltiplicatore, come nel caso delle resistenze quando erano presenti tre soli colori.

Occorre stare attenti che in certi condensatori, detti « pin-up », rivestiti di ceramica, a volte pare che ci siano 2 o addirittura un colore soltanto. Ora, siccome non è facile separare le tre zone di colore, vuol dire che le fasce di colore sono unite; quindi non bisogna essere tratti in inganno: bisogna vedere se la fascia di colore è stretta o larga, e quindi vedere se con un colore solo si indicano due fasce insieme.

Per esempio nel condensatore da 220 pF pin-up ci sono solo due colori: rosso e marrone; ma siccome la zona di rosso è più larga di quella del marrone, vuol dire che indica due colori, ossia 2 e 2; poi il marrone indica il moltiplicatore (10).

Inoltre se è presente un solo colore, per esempio rosso allora vuol dire che i tre colori rappresentati in codice sono uguali, e quindi si ha il significato 2,2 e 100, ossia 2200 pF.



Il compensatore è un piccolo condensatore variabile che viene manovrato generalmente per mezzo di un cacciavite. Quelli riportati in figura si riferiscono a componenti di fabbricazione moderna.

Corrispondenze dei valori capacitivi

Microfarad		Picofarad
0,00001	=	10
0,00002	=	20
0,00003	=	30
0,00004	=	40
0,00005	=	50
0,00006	=	60
0,00007	=	70
0,00008	=	80
0,00009	=	90
0,0001	=	100
0,0002	=	200
0,0003	=	300
0,0004	=	400
0,0005	=	500
0,0006	=	600
0,0007	=	700
0,0008	=	800
0,0009	=	900
0,001	=	1.000
0,002	=	2.000
0,003	=	3.000
0,004	=	4.000
0,005	=	5.000
0,006	=	6.000
0,007	=	7.000
0,008	=	8.000
0,009	=	9.000
0,01	=	10.000
0,02	=	20.000
0,03	=	30.000
0,04	=	40.000
0,05	=	50.000
0,06	=	60.000
0,07	=	70.000
0,08	=	80.000
0,09	=	90.000
0,1	=	100.000

Collegamento in serie di condensatori elettrolitici

Il condensatore elettrolitico di tipo normale non può sopportare una tensione superiore ai 550-600 volt, perchè la pellicola di alluminio, che costituisce il dielettrico, allo stato attuale della tecnica di questo tipo di condensatore, non può resistere a una tensione superiore.

Ciò è dovuto all'assenza di omogeneità della pellicola.

Per ottenere una tensione di lavoro più elevata, si può facilmente risolvere il problema collegando, in serie tra di loro, più condensatori elettrolitici identici; generalmente se ne collegano due soltanto.

In pratica, il collegamento in serie dei condensatori elettrolitici presenta le seguenti caratteristiche:

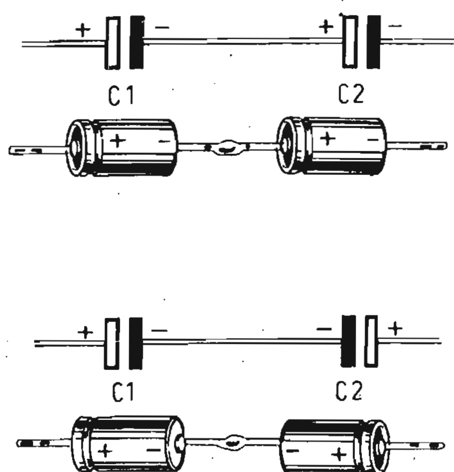
1) **La carica Q assunta dall'insieme è uguale a quella di un condensatore.**

2) **La tensione si distribuisce in ragione inversa della capacità:**

$$V = \frac{Q}{C}$$

3) **La capacità dell'intero collegamento, quando si tratti di condensatori elettrolitici di identico valore capacitivo, è uguale a quella di un solo condensatore divisa per il numero dei condensatori che partecipano al collegamento in serie.**

Con due condensatori da 32 mF collegati in serie tra di loro, si ottiene una capacità pari a 32 : 2 = 16 microfarad; la tensione sui terminali del circuito risulta allora moltiplicata per due. Per esempio, se ognuno dei due condensatori sopporta la tensione di 550 volt, l'insieme sopporterà la tensione di 550 × 2 = 1.000 volt (vedi schema elettrico riportato nel disegno). Il sistema avrebbe tutti i requisiti tecnici necessari per garantire il perfetto funzionamento se non vi fosse un inconveniente; le



Collegamento in serie (sopra) di due condensatori elettrolitici. Per ottenere un condensatore di capacità molto elevata, in sostituzione di un normale condensatore fisso, si possono collegare tra loro due condensatori elettrolitici (sotto), purchè la congiunzione avvenga fra due terminali dello stesso nome (positivi o negativi).

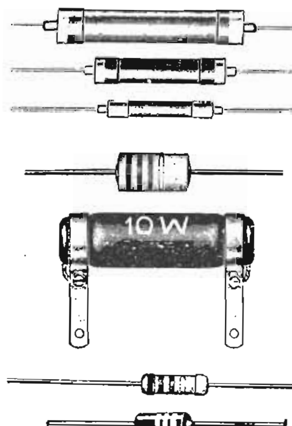
correnti di fuga dei condensatori sono molto disuguali e la tensione totale, per tale motivo, non risulta uniformemente ripartita lungo il collegamento dei condensatori: uno dei condensatori può risultare soggetto ad una tensione di valore di gran lunga superiore a quello della tensione di lavoro e ciò può provocare un cortocircuito nel condensatore stesso. Per tale motivo occorre collegare, in parallelo a ciascun condensatore, una resistenza di valore inferiore alla resistenza di isolamento del condensatore; da 100.000 a 200 mila ohm — 1/2 watt. In tal modo la corrente che attraversa le resistenze è molto più elevata della corrente di fuga dei condensatori; la tensione totale, in virtù di tale accorgimento, risulta uniformemente ripartita fra ciascuna resistenza e, quindi, fra ciascun condensatore; se le resistenze hanno il medesimo valore esse sono percorse dalla stessa corrente.

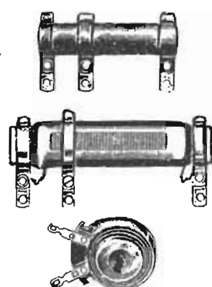
Resistenze

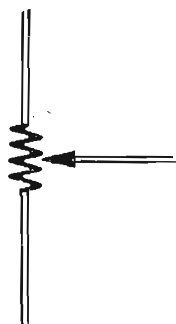
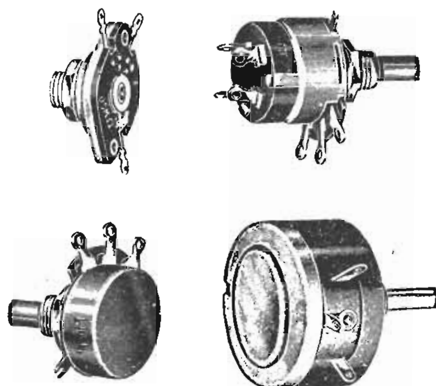
Quando gli elettroni sono costretti a mettersi in movimento lungo un filo conduttore a causa di una tensione applicata ai suoi terminali, essi incontrano sempre una certa resistenza al loro moto, dovuta alla natura del meteriale che compone il filo conduttore. In questo senso esistono in natura metalli che sono più o meno buoni conduttori di elettricità. Ad esempio l'argento è un ottimo conduttore di elettricità, lo zinco lo è meno. Oltre ai metalli, però, vi sono anche leghe metalliche che sono più o meno buone conduttrici di elettricità. Anzi proprio le leghe vengono composte per realizzare una maggior resistenza al flusso elettronico. Le resistenze elettriche installate nelle stufe per riscaldamento, ad esempio, sono costituite da leghe metalliche capaci di offrire una certa resistenza al movimento degli elettroni. Questa resistenza si traduce in forza di attrito interna ai conduttori stessi, che poi si trasforma in calore. Le resistenze delle stufe per riscaldamento, infatti, si riscaldano al punto di arroventarsi. In radiotecnica le sole resistenze che vengono impiegate per produrre calore, si trovano nell'interno delle valvole elettroniche e costituiscono il filamento. Tutte le altre resistenze hanno, il solo compito di ridurre l'intensità di corrente nei circuiti o di ottenere determinate cadute di tensione. Queste resistenze sono di vari tipi e dimensioni, a seconda del loro impiego.

Una prima suddivisione viene fatta fra due tipi fondamentali di resistenze: quelle fisse e quelle variabili. Le resistenze fisse costituiscono un ostacolo costante al movimento degli elettroni, quelle variabili costituiscono un ostacolo che può essere variato manualmente. Le resistenze elettriche vengono costruite in molti modi diversi; le più note sono le « resistenze a filo », le « resistenze chimiche », le « resistenze a grafite ».



Resistenze radioelettriche in simboli (a sinistra) e nel loro aspetto reale (a destra). Le prime, in alto, sono resistenze fisse di tipo chimico; quelle al centro sono resistenze a filo e variabili (il simbolo caratterizza la resistenza di tipo semifisso); in basso sono rappresentate le resistenze variabili, chiamate anche col nome di « potenziometri »: questi ultimi possono essere di tipo a strato di grafite e a filo (reostati).

Legge di Ohm

La legge di Ohm costituisce la legge fondamentale di tutta l'elettronica; senza la sua esatta conoscenza e le sue pratiche applicazioni nessun radiotecnico potrebbe esercitare la propria professione.

Della legge di Ohm si possono dare diverse interpretazioni elettriche e fisiche insieme. La legge di Ohm, nella sua forma più semplice, che è poi la più nota e la più usata, si esprime così:

$$V = R \cdot I$$

Questa è la prima espressione della legge di Ohm, nella quale la lettera « V » rappresenta la tensione, la lettera « R » la resistenza e la lettera « I » l'intensità di corrente. L'espressione matematica della legge di Ohm ora citata deve essere ritenuta perfettamente a memoria. Per ricordarla ci si può aiutare tenendo presente la seguente espressione: « Viva Repubblica Italiana »; le iniziali di queste tre parole, nell'ordine stesso in cui si succedono, fanno ricordare assai facilmente la legge di Ohm.

La prima interpretazione della legge di Ohm, espressa nella formula citata, può essere la seguente: in ogni circuito elettrico la corrente è proporzionale alla tensione elettrica « V ». Quindi la tensione « V » e la corrente che ne consegue « I », sono grandezze variabili, mentre la resistenza « R » è una grandezza costante. Ciò significa, che se uno stesso circuito si raddoppia, si triplica, si quadruplica, ecc. la tensione « V », allora anche la corrente che percorre ogni tratto del circuito in oggetto diventa doppia, tripla, quadrupla, ecc. ecc.

All'atto pratico si può dire che la legge di Ohm, espressa nella formula già citata, permette conoscendo il valore della corrente che attraversa il circuito e quello della resistenza, di ricavare la tensione « V ». Ma la legge di Ohm può esprimersi anche con altre formule, ugualmente utili; esse sono:

$$R = \frac{V}{I} \qquad I = \frac{V}{R}$$

Di queste due formule la prima, noti che siano i valori della tensione elettrica e

della corrente, permette di determinare il valore della resistenza « R »; la seconda, noti che siano i valori della tensione elettrica e della resistenza, permette di determinare il valore della corrente « I ».

Resistività dei metalli

La resistenza elettrica dei corpi conduttori, cioè in pratica dei corpi metallici, dipende, come è stato già detto, dalla natura intrinseca del metallo stesso. E per tale motivo vi sono metalli che conducono meglio l'elettricità, come ad esempio l'argento, e ve ne sono altri che conducono meno bene, come ad esempio il nichel. Tale caratteristica fisica dei corpi conduttori può essere introdotta nella legge di Ohm e, in particolare, nelle varie espressioni matematiche, o formule, che esprimono tale legge.

Se si determina sperimentalmente la resistenza elettrica di alcuni fili conduttori di uno stesso metallo, ma con lunghezze e sezioni diverse, si trova che la resistenza elettrica raddoppia se si raddoppia la lunghezza del filo mantenendo invariata la sezione, mentre si riduce a metà quando si raddoppia la sezione mantenendo invariata la lunghezza. Ciò dimostra che: « La resistenza elettrica dei fili conduttori di uno stesso metallo, varia in proporzione alla rispettiva lunghezza e in ragione inversa alla sezione ».

Si consideri ora un conduttore di dimensioni unitarie, cioè di lunghezza e di sezione uguali a 1. Questo conduttore avrà resistenze ohmmiche diverse a seconda del materiale di cui è composto. La resistenza ohmmica di un materiale avente le dimensioni del conduttore sopra citato si chiama « resistenza specifica o resistività ». Essa si indica con la lettera dell'alfabeto greco ϱ (ro). I valori delle resistenze specifiche relative ai conduttori più comunemente usati sono elencati nella tabella qui sotto riportata. Conoscendo così la lunghezza, la sezione e la resistività del materiale di cui è composto, sarà facile calcolare la resistenza ohmmica di un conduttore con la formula:

$$\mathbf{R} = \varrho \cdot \frac{\mathbf{l}}{\mathbf{s}}$$

che dà la resistenza in ohm con la lunghezza « l » espressa in metri e la sezione « s » del conduttore espressa in millimetri quadrati.

Valori della resistività

Materiale	Resistività ϱ Ω mm²/m
Acciaio (filo)	0,10 - 0,16
Alluminio (al 98 %)	0,027
Argentana	0,40
Argento	0,015
Bronzo	0,018
Ferro (filo)	0,13 - 0,14
Manganina	0,42 - 0,46
Mercurio	0,94
Nichelio	0,118
Nicromo	1,06
Ottone	0,085
Piombo	0,20
Platino	0,10
Rame	0,016
Tungsteno	0,05

Questi valori sono espressi in ohm per metro di lunghezza e per millimetro quadrato di sezione.

Occorre far bene attenzione a non far confusione tra « diametro » e « sezione » di un conduttore. Per ottenere la sezione, dato il diametro, bisogna applicare la formula seguente:

$$s = \frac{d^2}{4} \cdot 3{,}14$$

Trasformazione di energia elettrica in calore

Come si è già detto, la natura stessa dei corpi conduttori è tale da opporsi, più o meno, al passaggio della corrente elettrica, cioè tutti i conduttori metallici oppongono una resistenza « R » al passaggio della corrente, provocando una caduta di tensione che è determinata dalla legge di Ohm mediante la formula $V = R \cdot I$.

Ciò significa che eseguendo il prodotto della caduta di tensione $R \cdot I$ per la corrente I, si ottiene senz'altro la potenza elettrica che viene assorbita da queste resistenze passive e che viene perciò direttamente trasferita ai moti di agitazione termica del conduttore, il quale pertanto si riscalda. La stufetta elettrica, il saldatore, il termoforo, il tostapane ecc., rappresentano esempi di trasformazione di energia elettrica in energia termica.

Questo fenomeno viene designato sotto il nome di « effetto Joule ».

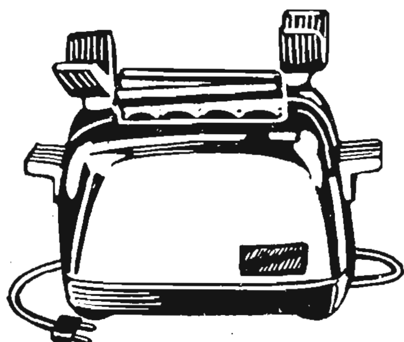
Pertanto, indicando la potenza elettrica dissipata in calore con il simbolo P risulta in generale:

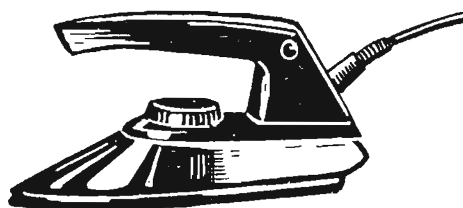
$$P = R \cdot I \cdot I = R \cdot I^2$$

Questa formula esprime una legge importantissima dell'elettrotecnica, la seconda fin qui esposta dopo la legge di Ohm, che viene chiamata « legge di Joule » e che può essere enunciata nel modo seguente:

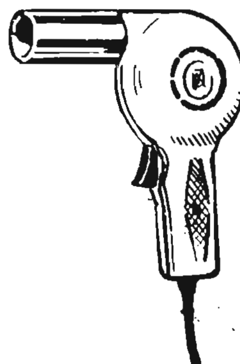
« Un qualsiasi tratto di circuito avente una resistenza elettrica di R ohm e percorso da una corrente di I ampère, dissipa in calore una potenza elettrica, espressa in watt, equivalente al prodotto $R\ I^2$". Quindi la potenza dissipata, per effetto di

Il tostapane, il ferro da stiro, il saldatoio e l'asciuga-capelli rappresentano altrettanti elettrodomestici in grado di trasformare l'energia elettrica in energia termica, cioè in calore.









Joule, è proporzionale alla resistenza elettrica del conduttore e al quadrato della corrente.

Talvolta è conveniente esprimere la potenza dissipata in funzione della tensione agente ai capi di una resistenza data, che può essere derivata ad esempio tra i due fili di una linea elettrica. Ricordando allora la legge di Ohm, espressa nella formula $I = V : R$, l'espressione prima citata $P = R \cdot I^2$ assume la forma:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

La prima formula della legge di Joule riesce utile quando si vuole calcolare la potenza dissipata singolarmente da due o più resistenze collegate una dopo l'altra (e quindi percorse dalla stessa intensità di corrente). La seconda formula della legge di Joule serve invece quando si vuole calcolare la potenza dissipata da due o più resistenze, collegate parallelamente tra di loro (e quindi soggette alla stessa tensione).

Nel collegamento di resistenze una dopo l'altra, che prende il nome di « collegamento in serie », la potenza dissipata nei singoli tratti è proporzionale alle rispettive resistenze, perchè la corrente che li percorre è la stessa; nel collegamento di resistenze disposte parallelamente l'una all'altra, « collegamento in parallelo », le potenze dissipate nelle diverse resistenze derivate stanno tra loro in ragione inversa alle rispettive resistenze, perchè il ramo di minor resistenza è attraversato da una maggiore corrente.

Si può concludere dicendo che, mantenendo costante la tensione, la potenza dissipata aumenta col diminuire della resistenza, e se questa viene ridotta a un valore prossimo allo zero, la potenza dissipata diventa infinitamente grande. Tale fatto lo si deduce matematicamente dalla seconda formula della legge di Joule, in cui è evidente che diminuendo il denominatore (divisore) il quoziente (rapporto) aumenta.

In ciò consiste precisamente il fenomeno del « cortocircuito », che si verifica quando tra i due fili di una linea elettrica, o fra i due morsetti di un generatore di tensione, si stabilisce un collegamento diretto, di resistenza estremamente piccola.

La corrente circolante e la potenza dissipata, diventano in tal caso così elevate, da provocare generalmente la fusione quasi immediata del filo di collegamento o, eventualmente, degli stessi fili di linea in corrispondenza di qualche punto di minore sezione.

Le comuni « valvole fusibili » che vengono inserite nei circuiti elettrici, sono destinate precisamente a creare un punto debole in cui possa avvenire la fusione immediata e la conseguente interruzione del circuito, ogni volta che si verifica un cortocircuito in un punto qualunque della linea a valle della valvola.

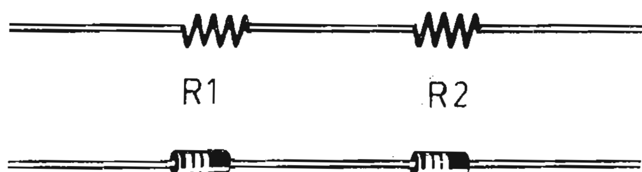
Una frequente applicazione pratica della legge di Joule consiste nel calcolare il numero di calorie prodotte ad ogni ora da una stufa per riscaldamento elettrico. La formula da impiegare in tali casi è la seguente:

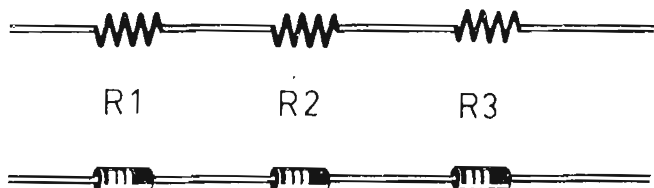
$$Q = 0,864 \cdot R \cdot I^2$$

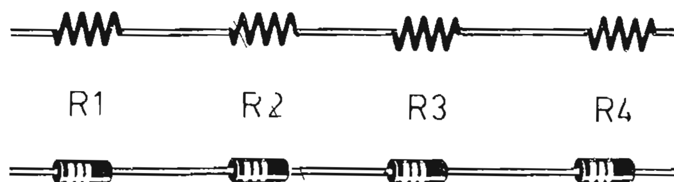
nella quale la lettera Q indica il numero di calorie prodotte in un'ora.

Collegamenti di resistenze

Le resistenze rappresentano i componenti radioelettrici dominanti nei circuiti radio; esse risultano applicate in gran numero e sono distribuite un po' dovunque, in ogni punto del telaio in cui risulta realizzato un circuito. Le resistenze possono apparire isolatamente, oppure connesse a due a due o in fila, una dopo l'altra. In ogni caso esistono due fondamentali sistemi di collegamento delle resistenze: il collegamento « in serie » e quello « in parallelo ». Nel collegamento in serie gli elementi risultano connessi in fila, uno dopo l'altro; nel collegamento in parallelo gli elementi sono connessi parallelamente l'uno all'altro. Perchè si usano questi sistemi di collegamento delle resistenze? Non è possibile dirlo subito, in poche parole. Si può anticipare, per ora, qualche notizia; non sempre il radioriparatore ha a disposizione una resistenza di valore iden-







tico a quello del componente che è andato distrutto nell'apparato in riparazione e, per accelerare i tempi, deve unire assieme due o più resistenze, in modo tale che la loro somma risulti identica al valore del componente che deve sostituire.

Vi è un altro motivo, fondamentale, per cui il tecnico elettronico ricorre talvolta al collegamento in serie e in parallelo delle resistenze. E il motivo è dovuto alle esigenze di potenza elettrica di taluni punti di un circuito. Quando la resistenza, ad esempio, ha il compito di provocare una certa caduta di tensione, lasciando fluire una certa quantità di corrente, quella resistenza deve essere in grado di poter dissipare in calore una determinata quantità di energia elettrica; se questa resistenza non è dotata della potenza prescritta, essa può andare distrutta molto presto.

In pratica, quando il radiotecnico deve sostituire una resistenza della potenza di 2 W e ha a disposizione soltanto resistenze della potenza di 1 W, riesce a raggiungere il valore della potenza prescritta mediante un collegamento di due o più resistenze da 1 W.

Si è parlato di somma di resistenze, senza aggiungere altro.

Ma la somma dei valori ohmmici delle resistenze può essere talvolta aritmetica e talvolta algebrica. In ogni caso si tratta di eseguire alcune semplici operazioni, che non richiedono particolari conoscenze dell'algebra e neppure un faticoso esercizio di calcolo. Occorre invece conoscere il calcolo con le frazioni.

Collegamento in serie di resistenze

Si è detto che i sistemi fondamentali con cui si possono collegare nei circuiti elettrici le resistenze sono due: quello in serie e quello in parallelo.

Quando le resistenze, chiamate anche resistori, vengono collegate una dopo l'altra, si dice che si effettua un collegamento in serie di resistenze.

Più resistenze collegate in serie tra di loro equivalgono ad un'unica resistenza il cui valore ohmmico è dato dalla somma aritmetica dei valori delle singole resistenze.

Si tratta quindi, del calcolo più semplice la cui formula è la seguente:

$$\mathbf{R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + ...}$$

in cui R rappresenta il valore della resistenza complessiva, mentre R_1, R_2, R_3 R_4... rappresentano i valori delle singole resistenze collegate in serie tra di loro.

Nel caso particolare in cui tutte le resistenze collegate in serie tra di loro abbiano lo stesso valore ohmmico, la formula precedente assume la seguente espressione:

$$\mathbf{R = R \cdot n}$$

in cui R rappresenta il valore ohmmico di una sola resistenza ed n rappresenta il numero delle resistenze collegate in serie.

Collegamento in parallelo di resistenze

Il calcolo diviene un poco più complesso quando si tratta di calcolare il valore della resistenza risultante da un'insieme di più resistenze collegate fra loro in parallelo.

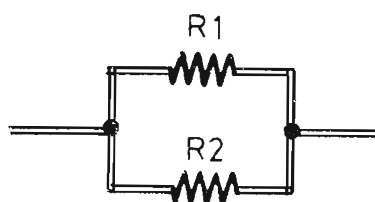
Il collegamento in parallelo, di due o più resistenze, si ha quando le resistenze sono collegate parallelamente tra di loro e trasformano un unico conduttore, là dove esse sono inserite, in due, tre o più rami conduttori a seconda che le resistenze collegate siano due, tre o più di tre.

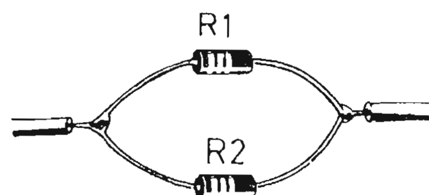
Nel caso di due resistenze collegate tra loro in parallelo conviene applicare la seguente formula:

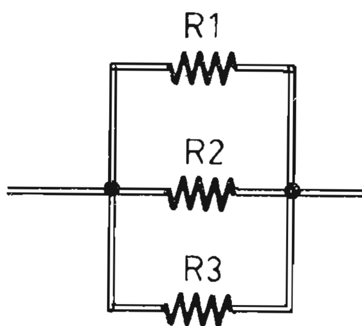
$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{R_1} : \mathbf{R_2}}{\mathbf{R_1} + \mathbf{R_2}}$$

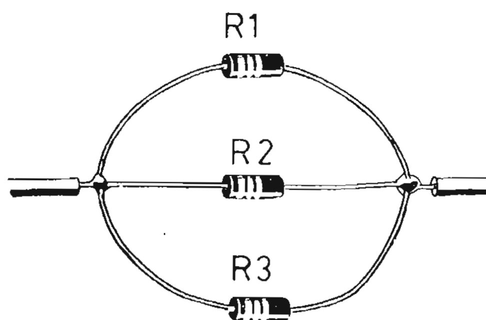
Quando le resistenze sono più di due, allora occorre applicare la seguente formula:

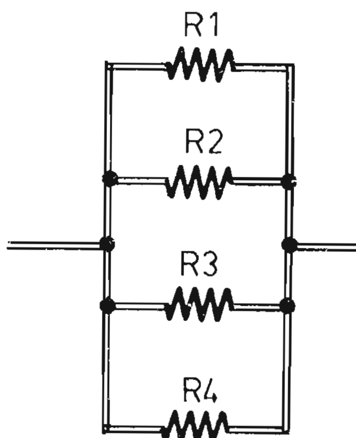
$$\mathbf{R} = \frac{1}{\frac{1}{\mathbf{R_1}} + \frac{1}{\mathbf{R_2}} + \frac{1}{\mathbf{R_3}} + \ldots}$$

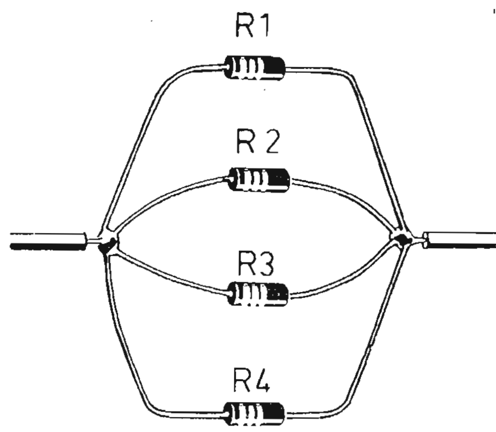












Collegamenti di due, tre quattro resistenze in parallelo fra di loro (nella colonna di sinistra è rappresentata l'espressione simbolica, in quella di destra la espressione reale.

Naturalmente, per poter applicare queste formule, occorre avere un po' di dimestichezza con le operazioni matematiche relative alle frazioni. La conclusione che si trae dai due diversi concetti relativi ai due tipi di collegamenti di resistenze elettriche è la seguente:

« Collegando due o più resistenze in serie tra di loro, il valore complessivo della resistenza risultante aumenta, mentre, collegando due o più resistenze in parallelo tra di loro, il valore della resistenza risultante diminuisce ».

I motivi per cui in pratica, nei circuiti, vengono inserite due, tre o più resistenze al posto di una, siano esse collegate in serie o in parallelo, possono essere molteplici. Nel collegamento in serie, poichè ogni resistenza provoca una caduta di tensione nel circuito, è possibile ottenere tutta una serie decrescente di tensioni necessarie per l'alimentazione di particolari apparati utilizzatori.

Il collegamento in parallelo, comunemente, viene fatto per derivare la corrente elettrica attraverso rami diversi, oppure per diminuire la resistenza elettrica in un punto di un circuito. In entrambi i tipi di collegamento di resistenze, i valori delle tensioni e delle correnti si ottengono facilmente applicando le diverse espressioni della legge di Ohm.

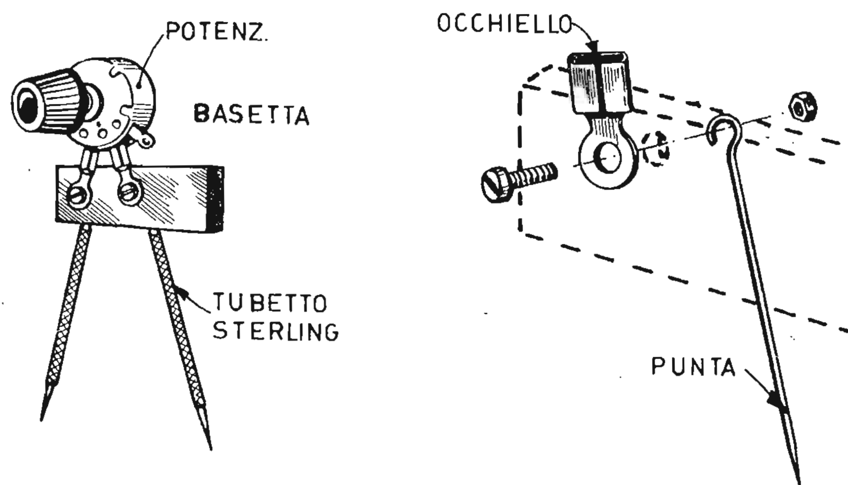
Calcolo pratico delle resistenze

Quando si progetta un qualsiasi radioapparato, semplice o complesso, bisogna munirsi di carta e penna ed eseguire tutte quelle operazioni matematiche che permettono di individuare, teoricamente, i valori esatti dei componenti il circuito. Ma il calcolo matematico è appannaggio di coloro che ne sanno molto e che, assai difficilmente hanno ancora bisogno di leggere queste pagine per imparare qualcosa o per colmare una lacuna. La maggior parte dei lettori preferisce... scansare il calcolo matematico, ed agire direttamente sul terreno della pratica realtà. E non è detto poi che il calcolo matematico conduca sempre alla conquista di risultati felici; talvolta la teoria non va d'accordo con la pratica, e ciò perchè il mondo dell'elettronica racchiude ancora in sè un gran numero di fenomeni incontrollabili e casuali. La pratica, invece, anche se necessita di un tempo eccessivamente lungo di prove e riprove, di esperimenti, di controlli e di... tanta fatica, conduce sempre a risultati positivi. Lo sanno quasi tutti quei lettori, che sono abituati ad usare il metodo empirico della prova continuata in una catena di successivi tentativi.

E' pur vero che il valore esatto di una resistenza di carico o di polarizzazione deve essere determinato con il calcolo matematico, ma è altrettanto vero che non sempre il valore ottenuto in sede teorica offre ottimi risultati all'atto pratico.

Come si può fare per determinare praticamente il valore ideale di una resistenza di carico o di caduta di tensione, quando non si conosce il calcolo matematico e non si sanno applicare le formule necessarie?

Semplicemente mediante la costruzione e l'uso di un compasso, da conservare sul banco di lavoro del laboratorio e da utilizzare ogni volta che occorre sostituire una resistenza di valore sconosciuto, oppure quando si vuol progettare un circuito. Il bisogno di sostituire una resistenza, con un'altra di valore diverso, può essere risentito anche quando, in un qualsiasi radioapparato, si è costretti o si vuol provare a cambiare le tensioni di alimentazione; ma la sostituzione di una resistenza, con altra di valore diverso, è risentita quando si sostituisce una valvola con un'altra di tipo identico, oppure un transistor con un altro dello stesso tipo; le valvole e i transistors dello stesso tipo dovrebbero avere, in teoria, le identiche caratteristiche radioelettriche; ma in pratica ciò non si verifica, perchè una lieve differenza sussiste sempre tra un componente ed un altro, e ciò implica una revisione dei valori delle resistenze del circuito in cui si opera la sostituzione. Si può concludere dicendo che i motivi per cui occorre sostituire una resistenza di dato valore con altra di valore nuovo, sono molteplici, ed essi si aggiungono alla necessità fondamentale di determinare il valore ohmmico di un resistore in sede di progettazione.



Il compasso che permette di determinare il valore esatto delle resistenze, si compone di due puntali, due capofili, una piastrina di bachelite e un potenziometro. I due puntali sono inguainati con spezzoni di tubo sterling.

La costruzione del compasso, necessario per determinare il valore delle resistenze, si ottiene così: su una basetta di plastica, che funge da impugnatura, si applicano due puntali e, con sistema amovibile, un potenziometro. I due puntali devono essere inseriti là dove dovrebbe essere applicata la resistenza; ruotando il perno del potenziometro si determina il valore ottimo resistivo, quello che offre i migliori risultati in cuffia o in altoparlante o in altri casi. Una volta determinato il valore esatto della resistenza, questo potrà essere conosciuto misurando direttamente con il tester il valore resistivo della porzione di potenziometro che è stata inserita nel circuito.

Volendo realizzare un apparecchio più completo e più preciso, si potrà munire il compasso di una scala tarata in ohm, in modo da poter leggere immediatamente il valore ohmmico ottimo.

In pratica sarà bene corredare il compasso di almeno tre potenziometri: uno per i valori bassi, uno per i valori medi e un altro per i valori alti. E' ovvio che la variazione di un potenziometro, ad esempio da 1 megaohm, si estende da 0 a 1 megaohm, toccando tutti i valori intermedi, ma la taratura e la lettura di valori resistivi molto bassi risulterebbe troppo incerta. Per i valori resistivi bassi conviene usare un potenziometro a filo da 10.000 ohm; per i valori resistivi medi si consiglia di utilizzare un potenziometro da 100 mila ohm; per i valori alti si rende utile l'impiego di un potenziometro da 1 megaohm.

Una volta ultimato il montaggio del compasso, sarà bene ricoprire i due puntali con tubetto isolante, allo scopo di evitare eventuali cortocircuiti nel momento dell'uso di questo prezioso utensile. Esempio pratico. Prima cosa da farsi è quella di scegliere, fra i tre, il potenziometro di valore più adatto, e ciò implica una conoscenza, almeno approssimativa, della resistenza che si deve inserire nel circuito. Il potenziometro deve essere ruotato in modo da presentare tra i terminali del compasso l'intera sua resistenza; successivamente si riduce il valore resistivo del potenziometro sino a che nell'altoparlante si ottiene il miglior risultato. Trattandosi, ad esempio, di una resistenza di carico, il cui valore si aggira intorno ai 100.000 ohm, si utilizzerà il potenziometro da 1 megaohm, facendolo variare da 50.000 a 200.000 ohm, fino ad individuare il valore più adatto; è ovvio che queste operazioni vanno fatte tenendo i puntali fissi sui terminali nei quali dovrebbe risultare collegata la resistenza.

Una volta determinato il valore resistivo più adatto con il potenziometro, si misurerà con l'ohmmetro il valore della resi-

stenza del potenziometro stesso e si provvederà ad inserire nel circuito, fra i punti presi in esame, una resistenza fissa del valore stabilito dal compasso.

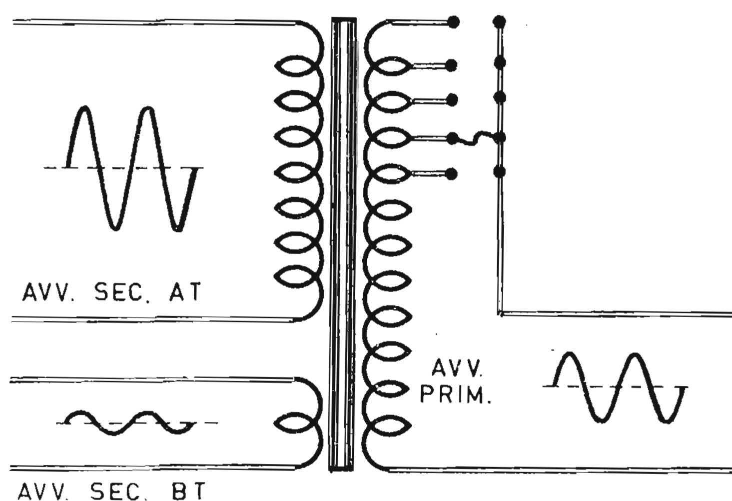
Trasformatori

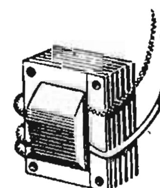
Il trasformatore rappresenta uno dei componenti più importanti di ogni ricevitore radio. Esso provvede a trasformare la tensione elettrica della rete-luce nei valori di tensione necessari per alimentare il circuito del radioricevitore. Esso rappresenta una macchina elettrica, più precisamente una macchina statica, e fonda il suo principio di funzionamento sulla teoria dell'induzione elettromagnetica.

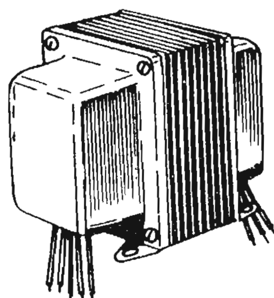
L'elemento essenziale per fare funzionare un trasformatore è l'impiego di correnti elettriche variabili (correnti pulsanti o correnti continue). Infatti soltanto se le correnti sono variabili, anche il campo elettromagnetico da esse generato è variabile e può generare in un avvolgimento, elettricamente isolato, una corrente indotta.

Ogni trasformatore è costituito almeno da due avvolgimenti, elettricamente separati tra di loro; in uno di questi due avvolgimenti si fa scorrere la corrente che si ha a disposizione; nel secondo avvolgimento si ottiene la tensione desiderata, che dipende dal calcolo con cui il trasformatore è stato progettato. I due avvolgimenti prendono rispettivamente i nomi di « avvolgimento primario » e « avvolgimento secondario ».

I due avvolgimenti sono avvolti su un nucleo di ferro laminato, formato da un pacchetto di lamierini di ferro al silicio. Gli avvolgimenti, che possono essere due o più di due, sono sovrapposti oppure affiancati ma, in ogni caso, sono isolati tra di loro. Il filo conduttore di cui sono formati è isolato in smalto o doppio strato di cotone o seta. Il trasformatore del rice-







Il trasformatore è una macchina elettrica di tipo statico. Il suo compito è quello di elevare o abbassare il valore della tensione alternata applicata all'avvolgimento primario.

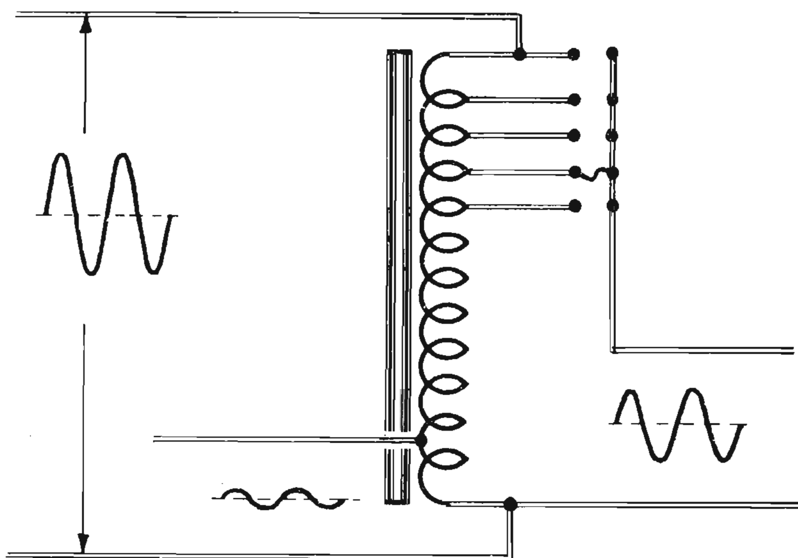
vitore radio è dotato di un avvolgimento primario composto da un numero elevato di spire (da alcune centinaia sino ad un migliaio ed oltre).

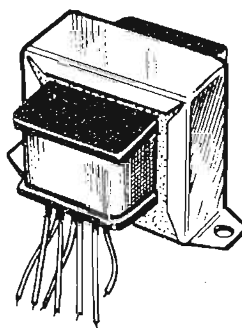
Più grande è la tensione applicata allo avvolgimento primario e più grande è il numero di spire di cui esso è composto. Facciamo qualche esempio: per la tensione di 110 V occorrono 560 spire; per la tensione di 220 V occorrono più di 1000 spire. Il diametro del filo, con cui si effettua l'avvolgimento, dipende dalla intensità di corrente che si vuol far scorrere attraverso l'avvolgimento stesso.

Il trasformatore dell'apparecchio radio è dotato di un solo avvolgimento primario e di due o più avvolgimenti secondari. Il numero di spire che compongono gli avvolgimenti secondari è proporzionato a quello delle spire dell'avvolgimento primario, la tensione presente ai capi dell'avvolgimento secondario è quella stessa presente sui terminali dell' avvolgimento primario. In tal caso non esiste trasformazione di tensione. La tensione sui terminali dell'avvolgimento secondario dipende dal rapporto di trasformazione, ossia dal rapporto del numero di spire dell'avvolgimento primario e di quelle dello avvolgimento secondario.

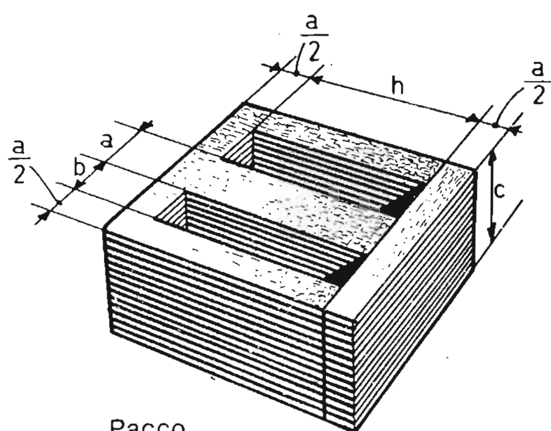
Generalmente i trasformatori dei ricevitori radio sono dotati di due o tre avvolgimenti secondari: il primo serve a produrre l'alta tensione necessaria per far funzionare le valvole, i secondi due servono per accendere le lampadine che illuminano la scala parlante del ricevitore radio e un particolare elemento, contenuto dentro tutte le valvole elettroniche, che prende il nome di « filamento ».

L'avvolgimento secondario, che eroga la alta tensione, è costituito da una grossa bobina di filo molto sottile, da 0,1 a 0,2 mm. Il numero di spire è di 3000, più o meno, a seconda del tipo di trasformatore e della tensione massima. Gli avvolgi-

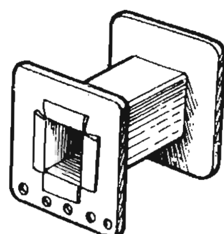


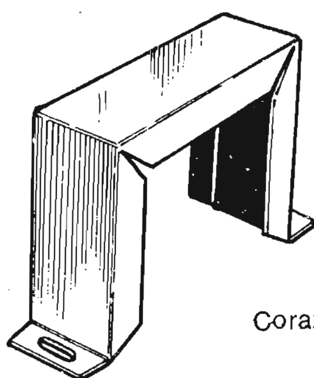


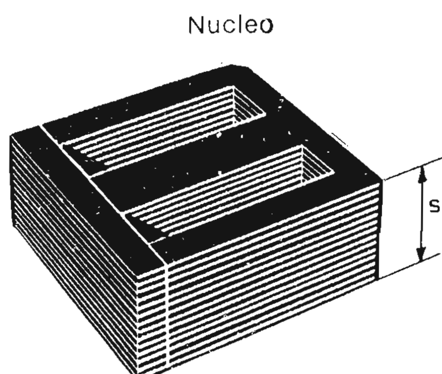
L'autotrasformatore svolge le stesse funzioni del trasformatore. E' meno ingombrante di quest'ultimo e viene montato nei ricevitori radio di media potenza e di costruzione economica.

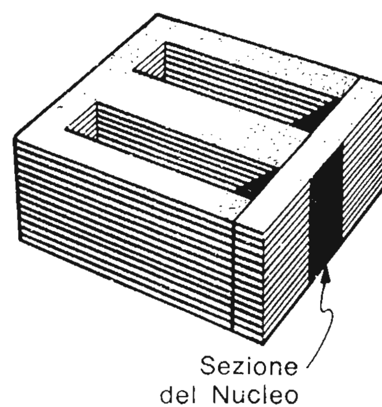


Ogni trasformatore è composto da un « cartoccio », sul quale si effettua l'avvolgimento, dal pacco lamellare, che costituisce il nucleo e da una corazzatura esterna.









menti secondari, che erogano tensioni che si aggirano intorno ai 5-6 V, sono costituiti da poche spire di filo di rame smaltato di diametro maggiore.

In radiotecnica i trasformatori hanno proporzioni relativamente elevate rispetto a tutti gli altri componenti e possono essere « corazzati », oppure no. I primi sono completamente rinchiusi in una custodia metallica che ha funzioni di schermo; i secondi sono sprovvisti di tale custodia e in essi sono visibili i lamierini, che formano il pacco lamellare, e parte dell'avvolgimento.

Anche il trasformatore di alimentazione, come tutti gli altri componenti radioelettrici, si esprime, nei circuiti teorici, per mezzo di un simbolo elettrico.

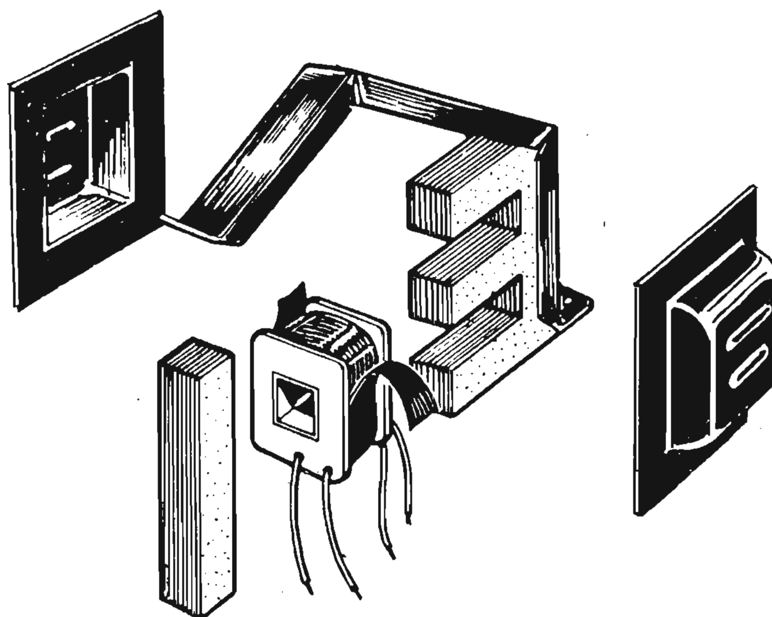
L'autotrasformatore

In molti tipi di ricevitori radio il trasformatore è sostituito da un componente molto simile, che prende il nome di « autotrasformatore ». Anche questo componente fonda il suo principio di funzionamento sulla teoria dell'induzione elettromagnetica. Come il trasformatore, anche l'autotrasformatore fa impiego di un pacco lamellare, ma non vi sono avvolgimenti secondari; esiste un unico avvolgimento dotato di prese intermedie: da queste prese intermedie si preleva la tensione di valore superiore a quella della rete-luce, e si prelevano anche le basse tensioni necessarie per l'accensione dei filamenti delle valvole e delle lampadine di illuminazione della scala parlante.

L'autotrasformatore presenta un solo vantaggio rispetto al trasformatore: quello di costare di meno e di essere meno voluminoso. Ma l'autotrasformatore presenta anche un grande svantaggio rispetto al trasformatore: quello di non avere un isolamento elettrico fra la tensione di rete-luce e i circuiti radioelettrici. A molti, infatti, sarà capitato di toccare con un dito il telaio di un apparecchio radio funzionante, dotato di autotrasformatore, e di prendere la scossa; tale fenomeno si presta ad una immediata spiegazione: poichè l'autotrasformatore è dotato di un solo avvolgimento, la tensione della rete-luce, pur risultando trasformata nel suo valore reale, è direttamente applicata ai circuiti dell'apparecchio radio e, in parte, anche al telaio.

Calcolo del trasformatore di piccola potenza

Molto raramente il dilettante appassionato di radiotecnica provvede da sè alla



Il trasformatore presentato in « esploso ». Si notino i vari elementi che lo compongono e, in particolare, le due calotte metalliche che completano la corazzatura.

costruzione del trasformatore di alimentazione. Tuttavia, coloro che intendono trasformare la passione per la radio in una attività artigianale, per poterne trarre un utile apprezzabile, devono saper costruire anche il trasformatore di alimentazione. E se in pratica si tratta di realizzare un componente di piccola potenza, allora vale proprio la pena di costruirlo, specialmente se si è in possesso di una piccola bobinatrice.

Ecco quindi citati, sia pure sommariamente, i principali motivi che inducono a presentare il procedimento, esposto nella forma più semplice possibile, del calcolo matematico di un trasformatore d'uscita di piccola potenza.

Si tratta di una sequenza di semplici formule la cui applicazione non richiede certamente una particolare preparazione; del resto, come è nostra consuetudine, anche in questo caso esporremo il procedimento di calcolo attraverso un esempio pratico, in modo da rendere più agevole al lettore l'assimilazione dell'intero procedimento. Ci preme, peraltro, avvertire coloro che si riterranno interessati alla lettura di questo argomento, e ciò vuol essere un amichevole consiglio, a non scoraggiarsi se in una prima lettura l'argomento dovesse sollevare delle perplessità o delle difficoltà di assimilazione; una seconda successiva lettura, fatta con pazienza e spirito di interesse, porterà chiunque, certamente, a considerare semplice questa esposizione, anche se spesso infiorata di formule matematiche che, non colorano davvero di... rosa quanto esposto.

Il materiale necessario per costruire un trasformatore si riduce a ben poca cosa. Occorrono i lamierini per comporre il pacco lamellare che costituirà il nucleo in ferro del trasformatore, occorre un cartoccio di cartone, che ognuno può costruire da sè con tutta facilità, occorre il filo di rame smaltato per effettuare l'avvolgimento e questo, forse, potrà costituire la unica spesa cui il lettore dovrà sottoporsi. Diciamo così perchè pensiamo che nella maggioranza dei casi il lettore possa ricuperare i lamierini, necessari per comporre il pacco lamellare, da vecchi trasformatori con avvolgimenti bruciati. E se si tratta, quindi, di acquistare soltanto il filo, necessario per comporre l'avvolgimento, la spesa di tutto il trasformatore si riduce a poche centinaia di lire.

Per comporre il pacco lamellare occorrono due tipi di lamierini diversi. Nel disegno sono rappresentati questi due tipi di lamierini: il primo viene detto ad « E » perchè ricorda da vicino la lettera alfabetica E, il secondo è detto ad « I » perchè assomiglia alla lettera alfabetica I.

Pertanto, dopo aver fatto i calcoli necessari con il procedimento che ora esporremo, il lettore dovrà procurarsi tanti lamierini ad « E » ed altrettanti ad « I », delle dimensioni stabilite con il calcolo, in modo che, sovrapposti l'uno all'altro, come indicato nel disegno, formino un pacco lamellare dello spessore determinato pure con il calcolo. Sulla colonna centrale dei lamierini ad « E » verrà infilato il cartoccio sul quale è stato effettuato l'avvolgimento.

Esempio di calcolo del trasformatore

Supponiamo di dover calcolare un trasformatore di alimentazione con le seguenti caratteristiche:

Avv. primario:

0 - 110 - 130 - 145 - 220 - 240 - V.

Avv. secondario:

5 V - 2 A; 500 V - 0,16 A.

Calcolo delle potenze degli avvolgimenti secondari:

$$W = E \times I$$

in cui: W = potenza dell'avvolgimento secondario; E = tensione dell'avvolgimento secondario; I = intensità di corrente dell'avvolgimento secondario.

Primo avv. secondario: 5 x 2 = 10 W.

Secondo avv. secondario:

500 x 0,16 = 80 W.

Potenza totale dell'avvolgimento secondario:

$$Ws = W + W' + W'' + ...$$

$$Ws = 10 + 80 = 90 \text{ W.}$$

Calcolo della potenza dell'avvolgimento primario:

$$Pp = Ws \times 1{,}2$$

$$Pp = 90 + 20\% = 108\ W.$$

Calcolo della sezione del nucleo:

$$S = 1{,}2\ \sqrt{Pp}$$

La sezione S del nucleo è espressa in cm²; essa è determinata dal prodotto delle dimensioni a x s = S.

$$S = 1{,}2\ \sqrt{108} = 1{,}2 \times 10{,}4 = 12{,}48\ cm^2$$

Calcolo del numero delle spire/volt:

$$N\ sp/V = \frac{1 \times 10^8}{4{,}44 \times B \times S \times f}$$

in cui: B = coefficiente di induzione elettromagnetica; S = sezione del nucleo in cm²; f = frequenza di rete.

In pratica si calcola il numero delle spire necessarie per ottenere la tensione di 1 V, e ciò con grande precisione; poi si moltiplica per la tensione che si vuol ottenere.

$$N = \frac{1 \times 10^8}{4{,}44 \times 10^4 \times 12{,}48 \times 50} = 3{,}603\ sp/V$$

Calcolo del numero di spire:

$$N\ sp/\ avv. = V \times N\ sp/V$$

in cui: N sp/avv. = il numero di spire per la tensione voluta; V = tensione desiderata; N sp/V = numero di spire per volt.

Calcolo del numero di spire:

N 100 V = 110 x 3,603 = 396,33 sp.
(cioè 396 sp.)

N 130 V = 130 x 3,603 = 468,39 sp.
(cioè 468 sp.)

N 145 V = 145 x 3,603 = 522,435 sp.
(cioè 522 sp.)

N 220 V = 220 x 3,603 = 792,66 sp.
(cioè 793 sp.)

N 240 V = 240 x 3,603 = 864,72 sp.
(cioè 865 sp.)

N 5 V = 5 x 3,603 = 18,01 sp.
(cioè 18 sp.)

N 500 V = 500 x 3,603 = 1801,5 sp.
(cioè 1801 sp.)

In pratica, nell'effettuare l'avvolgimento, conviene calcolare il numero di spire per ogni gruppo di prese intermedie:

da	**0**	**a**	**110**	**=**	**396 sp.**	
da	**110**	**a**	**130**	**=**	**468 - 396 =**	**72 sp.**
da	**130**	**a**	**145**	**=**	**522 - 468 =**	**54 sp.**
da	**145**	**a**	**220**	**=**	**793 - 522 =**	**271 sp.**
da	**220**	**a**	**240**	**=**	**865 - 793 =**	**72 sp.**
da	**0**	**a**	**5**	**=**	**5**	**18 sp.**
da	**0**	**a**	**500**	**=**		**1801 sp.**

L'avvolgimento va effettuato, a partire direttamente dal nucleo, con il tratto dell'avvolgimento primario che va da 0 a 240 V; poi si effettua l'avvolgimento secondario a 500 V e infine quello secondario a 5 V (prima si effettua l'avvolgimento primario, poi gli avvolgimenti secondari in ordine decrescente di tensione).

Calcolo dell'intensità di corrente degli avvolgimenti primari:

$$I = \frac{Wp}{V}$$

in cui: I = intensità di corrente; Wp = potenza avvolgimento primario; V = tensione avvolgimento primario.

Le intensità di corrente per ciascun gruppo intermedio di avvolgimento, con riferimento alle tensioni, è di:

110 V = 108 : 110 = 0,982 A
130 V = 108 : 130 = 0,83 A
145 V = 108 : 145 = 0,745 A
220 V = 108 : 220 = 0,49 A
240 V = 108 : 240 = 0,45 A

Per semplicità di costruzione di questo trasformatore, conviene utilizzare lo stesso tipo di filo per tutto l'avvolgimento primario; ciò vale ovviamente nel caso in cui le finestre del nucleo non permettano di impiegare conduttori di sezione diversa. In caso contrario occorrerà calcolare il diamero del filo per ciascun avvolgimento primario. Il tipo di filo dovrà essere scelto in considerazione del maggior consumo di corrente, cioè in considerazione della tensione più bassa dell'avvolgimento primario.

La formula che permette il calcolo della sezione del filo è la seguente:

$$S = \frac{I}{d}$$

in cui: S = sezione del filo in mm²; I = intensità di corrente in ampère; d = densità di corrente del filo (generalmente 2 A/mm²).

S (sez. filo avv. prim.)
= 0,982 : 2 = 0,5 mm²
S (sez. filo avv. sec. 1)
= 2 : 2 = 1 mm²
S (sez. filo avv. sec. 2)
= 0,16 : 2 = 0,08 mm²

Il calcolo del diametro del filo si ottiene per mezzo della formula seguente:

$$D = \frac{4\,S}{\pi}$$

Il calcolo del nostro trasformatore può considerarsi terminato. Non resta ora che allogare l'avvolgimento nel nucleo. Occorre quindi effettuare il calcolo di ingombro degli avvolgimenti, che si ottiene mediante l'applicazione della formula seguente:

$$E = \frac{Nsp\ tot.}{Nsp/cm^2}$$

in cui: Nsp tot. rappresenta il numero di spire totale dell'avvolgimento; Nsp/cm² rappresenta il numero di spire in 1 cm² (vedi quarta colonna della tabella).

Avv. primario : 865 : 144 = 6 cm²
Avv. secondario 1 : 18 : 65 = 0,276 cm²
Avv. secondario 2 : 1801 : 961 = 1,875 cm²

L'ingombro totale è quindi di:
6 + 0,276 + 1,875 = 8,18 cm²

Relazione del nucleo del trasformatore

Non bisogna dimenticare che gli avvolgimenti sono separati tra loro da tre o quattro strati di carta oleata sottile che, in ogni caso, creano un certo spessore. Occorre dunque aumentare del 40 % lo spazio necessario.

La superficie reale sarà quindi:
S reale : Sn x 1,4
8,18 x 1,4 = 11,55 cm²

Non resta ora che scegliere i lamierini più adatti. Seguendo l'esempio citato, questi devono dare una superficie di finestra uguale a 5,5 x 2,3 = 12,65 cm²; tale calcolo concede una certa sicurezza in caso di rottura della carta avvolta.

Il calcolo dello spessore del nucleo è dato dalla seguente formula:

$$s = \frac{S}{a}$$

in cui : s = spessore del nucleo; S = sezione del nucleo; a = larghezza della parte centrale del lamierino.

$$s = \frac{12{,}48}{2{,}3} = 5{,}42\ \text{cm}$$

Il calcolo del numero dei lamierini è dato dalla seguente formula:

$$n = \frac{s}{s'}$$

L'applicazione di questa formula dà il seguente risultato:

$$n = \frac{54{,}2}{0{,}5} = 108\ \text{lamierini}$$

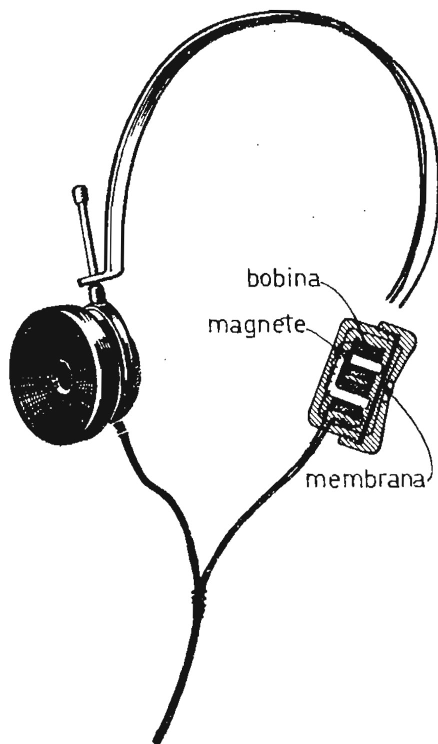
in cui: s = spessore del nucleo; s' = spessore di un lamierino; n = numero dei lamierini.

Si tenga presente che il numero delle spire per cm² di finestra ottenuto rappresenta un valore puramente teorico. In pratica, effettuando l'avvolgimento con bobinatrice, occorre diminuire il numero delle spire del 5-10 %; per gli avvolgimenti a mano occorre diminuire del 20 %.

Ripetiamo ancora che tra l'avvolgimento primario e quello secondario A.T. del trasformatore di alimentazione occorre effettuare un ottimo isolamento, fra strato e strato, utilizzando carta isolante oleata e sottile; tra un avvolgimento e l'altro occorrono 3 o 4 strati di carta isolante.

Dati di calcolo del trasformatore

N° teorico spire avvolgibili per cm^2 di finestra	Corrente ammissibile in mA.	Diametro filo nudo mm.	Diametro filo smaltato mm.
14000	6	0,05	0,06
9000	11,4	0,07	0,08
5000	23,4	0,10	0,115
3600	34	0,12	0,135
2800	51	0,15	0,17
1800	76	0,18	0,20
1500	93	0,20	0,22
1050	150	0,25	0,27
780	211	0,30	0,325
550	288	0,35	0,375
440	377	0,40	0,425
288	588	0,50	0,525
210	846	0,60	0,63
156	1134	0,70	0,73
110	1507	0,80	0,83
90	1908	0,90	0,93
80	2350	1,00	1,04
49	3390	1,20	1,24
30	5300	1,50	1,55
25	7630	1,80	1,85
19	9420	2,00	2,05
12	13700	2,50	2,55
8	21180	3,00	3,05



La cuffia telefonica è un trasduttore acustico il cui funzionamento si basa su principi di natura elettromagnetica. I due padiglioni auricolari sono tenuti assieme da una molla d'acciaio semicircolare.

La cuffia telefonica

La cuffia, detta anche cuffia telefonica, costituisce il tipo di trasduttore più semplice esistente in radiotecnica. Per « trasduttore » si intende un dispositivo capace di trasformare una forma di energia in un'altra forma di energia: nel nostro caso si verifica la trasformazione dell'energia elettrica in energia acustica.

In pratica la cuffia compie un doppio processo di conversione: converte dapprima l'energia elettrica in energia meccanica, e poi l'energia meccanica in energia acustica, cioè in suono. La cuffia è dotata di due auricolari. In ogni auricolare vi è una calamita (magnete permanente). Sulle espansioni polari della calamita vi sono due avvolgimenti di filo sottile; il tutto è contenuto in una capsula di materiale isolante. Sopra le espansioni polari, a brevissima distanza da esse, è posto un sottile disco di lamierino di ferro, che costituisce la « membrana » o « diaframma ».

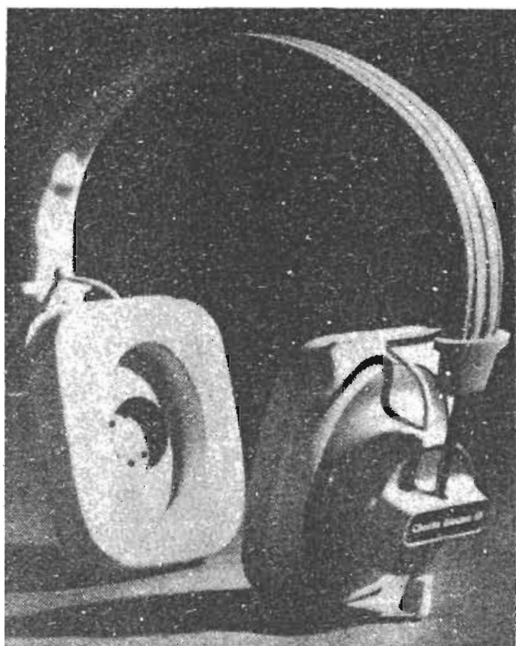
La corrente di bassa frequenza viene prelevata dall'uscita del ricevitore radio e viene fatta scorrere attraverso il filo avvolto sulle espansioni polari della calamita.

Quando la corrente elettrica di bassa frequenza fluisce attraverso gli avvolgimenti della cuffia, essa crea un campo magnetico che, essendo di origine elettrica, prende il nome di campo elettromagnetico.

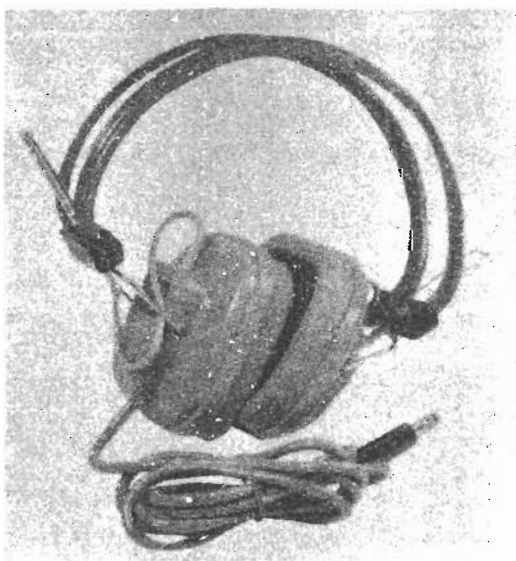
E poichè la corrente di bassa frequenza è una corrente variabile, anche il campo elettromagnetico sarà un campo variabile. Il campo elettromagnetico prodotto dalla corrente di bassa frequenza modifica, con le sue variazioni, il campo magnetico del magnete permanente. Queste variazioni delle forze magnetiche fanno vibrare la membrana che, a sua volta, produce delle compressioni e delle rarefazioni dell'aria, cioè produce il suono.

Riassumendo, il principio di funzionamento della cuffia telefonica è il seguente: la corrente di bassa frequenza percorre gli avvolgimenti interni agli auricolari provocando un campo elettromagnetico variabile; tale campo variabile modifica il campo magnetico permanente della calamita inserita in ciascun auricolare, e queste variazioni della forza magnetica si traducono in altrettante attrazioni e repulsioni della membrana; la membrana, a sua volta, vibrando trasmette i suoi movimenti all'aria, cioè produce il suono.









Alcuni tipi di speciali cuffie per lo ascolto delle riproduzioni sonore col sistema stereofonico; i padiglioni acustici sono più ampi di quelli delle normali cuffie telefoniche ed è diversa anche la costruzione interna dei trasduttori acustici.



Cuffia telefonica (a destra) munita di microfono, da collegarsi ad un apparato ricetrasmettitore. I padiglioni sono muniti di ampie ventose elastiche che isolano completamente l'ascoltatore da eventuali rumori esterni. A sinistra è rappresentata una normale capsula microfonica da inserirsi nei cornetti telefonici.

L'altoparlante

L'altoparlante è il principale dispositivo trasduttore elettroacustico che si conosca in radiotecnica: esso serve, come la cuffia, a trasformare le correnti di bassa frequenza in voci e suoni.

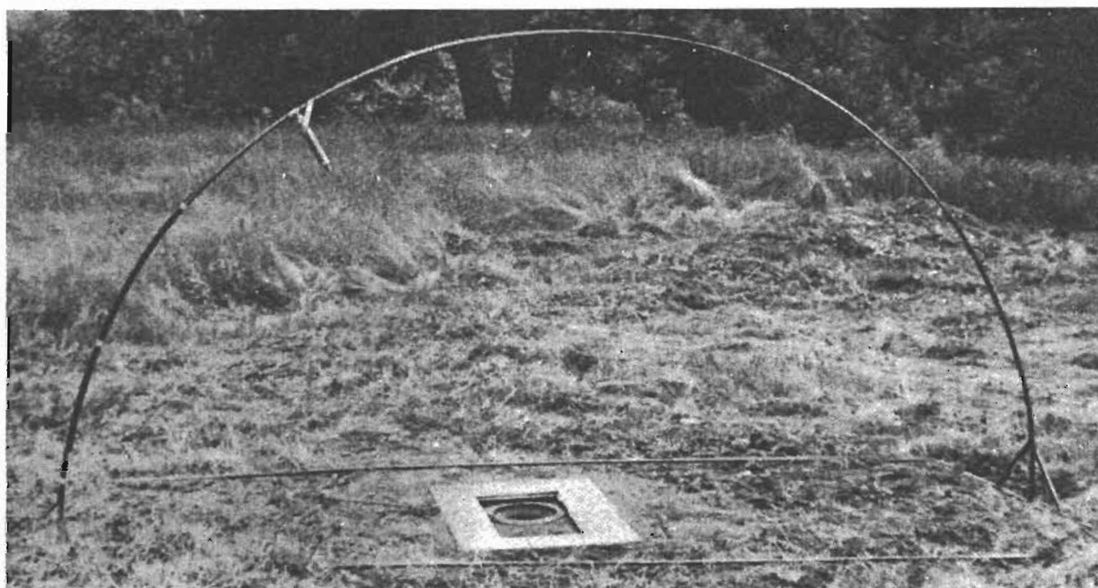
In tutti i radioricevitori l'altoparlante è del tipo a cono diffusore; ciò significa che in questi tipi di altoparlanti vi è un cono di carta speciale che viene messo in vibrazione. Le vibrazioni meccaniche del cono producono delle vibrazioni nelle masse d'aria che si trovano intorno al cono stesso, e le vibrazioni dell'aria altro non sono che suoni.

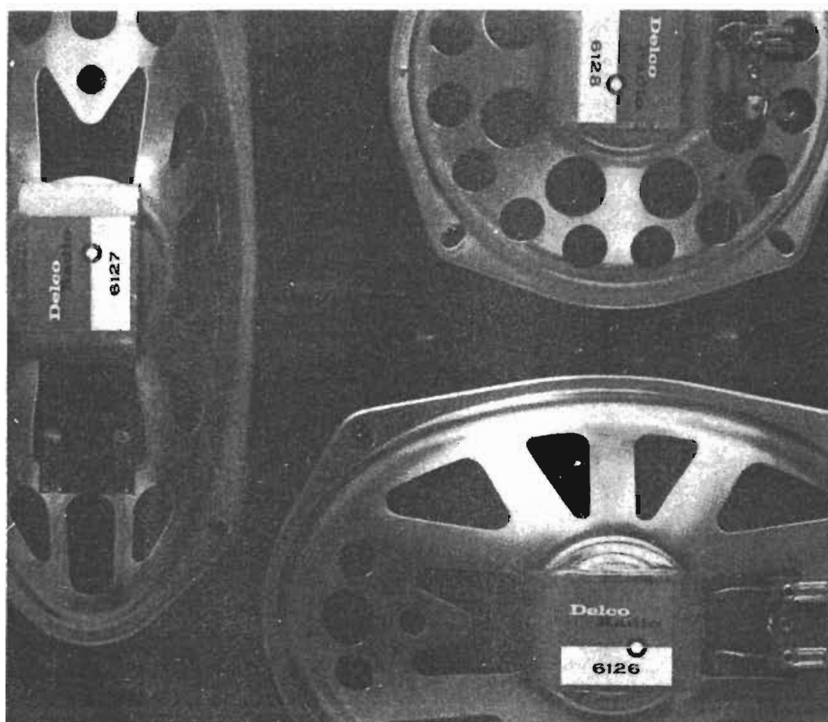
Il cono dell'altoparlante prende anche il nome di « diaframma » o « membrana ». Ma come fa a vibrare il cono di un altoparlante? E' presto detto. Il cono, al suo vertice, porta un cilindretto di cartone rigidamente fissato ad esso. Su questo cilindretto vi è un avvolgimento, di un solo strato, di filo di rame smaltato sottile. Dunque sul vertice del cono di ogni altoparlante è applicata una bobina che prende il nome di « bobina mobile ». I terminali di questa bobina fuoriescono dalla parte posteriore del cono e sono fissati, generalmente, ad una piastrina di bachelite. A questi due terminali viene applicata la corrente di bassa frequenza presente all'uscita del ricevitore radio.

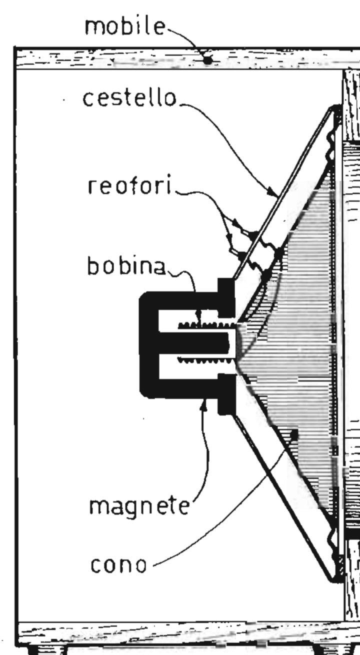
La bobina mobile risulta immersa tra le espansioni polari di un magnete permanente (calamita), cioè si trova immersa in un campo magnetico.

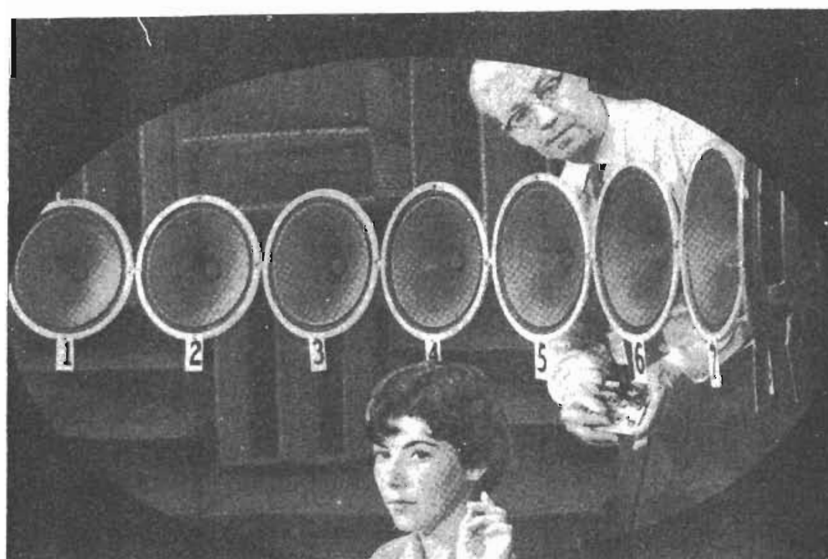
Quando la bobina mobile dell'altoparlante è percorsa dalla corrente di bassa frequenza, si genera un campo elettromagnetico variabile; questo campo elettromagnetico variabile contrasta con il campo magnetico costante generato dal magnete dell'altoparlante, e il risultato di questo contrasto è quello di imprimere un movimento longitudinale (avanti-indietro) alla bobina mobile. Questa, con i suoi movimenti, trascina con sè l'intero cono di carta dell'altoparlante, facendolo vibrare e mettendo in movimento l'aria circostante.

Con questo sistema è possibile valutare il completo potere d'emissione sonora di un altoparlante. Lungo l'arco di circonferenza di 180°, costituito da un supporto metallico, si sposta un microfono captatore, in modo da poter misurare l'intensità sonora in ogni punto della semicirconferenza. Si possono anche applicare più microfoni, alla distanza di 20° l'uno dall'altro, facendoli funzionare singolarmente o simultaneamente.

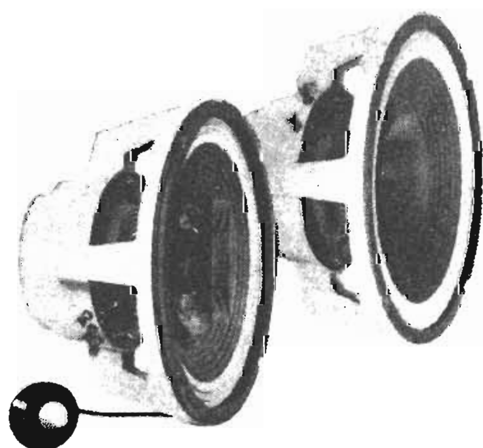


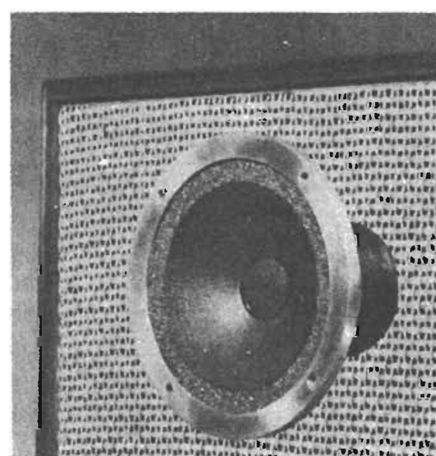






L'altoparlante rappresenta il più importante tipo di trasduttore acustico usato in radiotecnica. Ve ne sono in commercio di tutti i tipi, di tutte le forme e di diverse potenze. La composizione del componente è, tuttavia, sempre la stessa: cono, bobina mobile, magnete permanente e cestello.





Sostituzione dei condensatori

La sostituzione di un componente radioelettrico non è sempre un problema facilmente solubile, specialmente quando non si trova in commercio l'elemento perfettamente identico, o quando si ignora per un qualsiasi motivo di ordine pratico il valore preciso del componente stesso.

Per quanto riguarda i condensatori occorre tener presente che esistono due tipi fondamentali di condensatori:

1) **I condensatori fissi, il cui valore capacitivo viene stabilito all'atto della loro fabbricazione.**
2) **I condensatori variabili, che sono caratterizzati da un valore minimo e uno massimo di capacità, e il cui valore dipende dalla posizione delle lamine fisse rispetto a quelle mobili.**

I condensatori sono componenti che non si lasciano attraversare dalla corrente continua, mentre permettono un certo passaggio alla corrente alternata, opponendo ad essa una certa resistenza, che prende il nome di reattanza capacitiva e che viene determinata, in regime sinusoidale mediante la formula:

$$Z = \frac{1}{C\,2\,F}$$

in cui Z, che molti chiamano impedenza, si esprime in ohm, mentre C è espresso in farad ed F indica la frequenza espressa in hertz.

Prendiamo ora come esempio il circuito di bassa frequenza rappresentato in figura. Il condensatore C 1 viene chimato condensatore di disaccoppiamento; esso provvede a shuntare la corrente di bassa frequenza. Il condensatore C 2 è un condensatore di accoppiamento, che impedisce all'alta tensione applicata alla placca della valvola V 1 di raggiungere la griglia controllo della valvola V 2, mentre il segnale di bassa frequenza, che è un segnale a corrente alternata, attraversa il condensatore C 2 e raggiunge la griglia controllo della valvola V 2.

Generalmente i valori capacitivi sono i seguenti:

1) **Per i circuiti di bassa frequenza i valori capacitivi dei condensatori sono dell'ordine di alcune decine di migliaia di picofarad.**
2) **Per gli stadi di alta frequenza (da 3,5 a 30 MHz per le gamme dilettantistiche) i condensatori variano da 1000 pF a 10.000 pF.**
3) **Nelle altissime frequenze (VHF) la capacità dei condensatori non supera i 1000 pF.**

Se il valore capacitivo varia con la frequenza, non è possibile utilizzare un qualsiasi valore di frequenza.

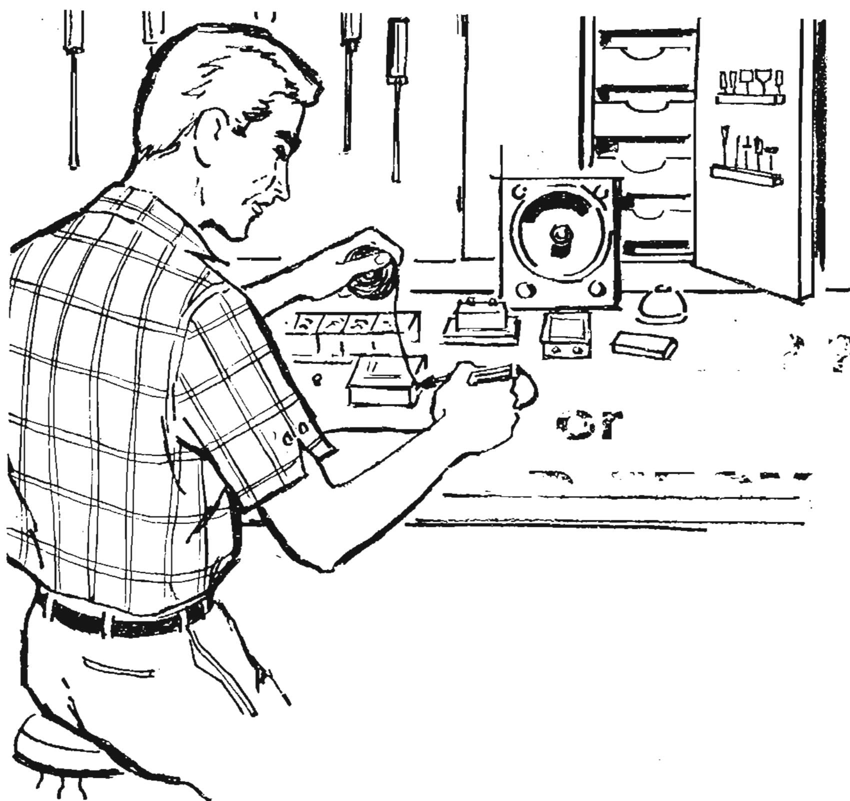
Ma esaminiamo, a seconda dei casi, ciò che conviene utilizzare. In bassa frequenza i condensatori più usati sono quelli a carta: le loro dimensioni notevoli non costituiscono un inconveniente, ma in alta frequenza questi condensatori presentano un valore di induttanza non trascurabile.

Per tale motivo devono preferirsi ai condensatori a carta quelli di tipo ceramico o a mica.

A proposito dei condensatori a mica ricordiamo che si possono trovare talvolta condensatori chiamati « condensatori a mica argentata »; in questi condensatori si gode il vantaggio di non veder alterato il valore capacitivo col variare della temperatura, e ciò è particolarmente importante per i circuiti oscillatori, nei quali a ciascuna variazione di capacità corrisponde una variazione di frequenza.

Un problema che si impone spesso, al di là del valore capacitivo e del tipo di condensatore da impiegare, è rappresentato dalla tensione di lavoro. E' ovvio che la tensione di lavoro di un condensatore deve essere scelta in funzione delle tensioni cui esso sarà sottoposto nel montaggio.

Non è possibile offrire qui al lettore dei dati precisi in questo senso, ma in alcuni casi non si dovrà mai esitare a montare un condensatore la cui tensione di lavoro sia di gran lunga superiore al valore dell'alta tensione presente sul circuito. In ogni caso quando si sostituisce un condensatore, se non si dispone di un componente caratterizzato dalla stessa



La saldatura a stagno rappresenta una delle operazioni più importanti nel lavoro di sostituzione dei componenti elettronici. Una saldatura mal eseguita o, peggio, « fredda », compromette l'esito di ogni tipo di lavoro radioelettrico.

tensione di lavoro, converrà utilizzare un condensatore dotato di una tensione di lavoro più elevata.

Quando si deve sostituire un condensatore difettoso e non si dispone di un altro componente perfettamente identico, si può ricorrere ad una soluzione di compromesso, cioè si può ricorrere a due condensatori collegati in modo tale che l'insieme abbia un valore capacitivo identico a quello del condensatore che si vuol sostituire. Si dovrà tuttavia ricordare che quando si collegano in serie tra di loro due o più condensatori, il valore capacitivo risultante non è dato dalla somma dei singoli componenti, bensì dal risultato dell'applicazione della seguente formula:

$$C = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Nel caso in cui i condensatori siano più di due, allora vale la seguente formula:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \ldots + \frac{1}{Cn}$$

Nel caso in cui si colleghino due condensatori in serie tra loro di valore perfettamente identico, il valore capacitivo risultante è uguale a quello della metà esatta del valore capacitivo di un solo condensatore.

Per i collegamenti in parallelo di due o più condensatori il computo della capacità risultante è molto più semplice, perchè basta sommare tra loro tutti i valori capacitivi dei singoli condensatori che compongono l'insieme per ottenere il valore capacitivo complessivo.

Per quanto riguarda la tensione di lavoro ricordiamo che collegando tra di loro in serie due condensatori di ugual valore capacitivo il valore della capacità risultante è pari alla metà di quello di un solo condensatore, mentre la tensione di lavoro è raddoppiata.

Per terminare questa parte dell'argomento fin qui discusso e dedicato ai condensatori, ricordiamo ora i condensatori variabili. In pratica per tali condensatori si devono rispettare con cura, all'atto della loro sostituzione due elementi carat-

teristici, e cioè l'isolamento fra le lamine e le capacità totale e residua. Quando si sostituisce un condensatore variabile occorrerà far bene attenzione che lo scarto fra le lamine sia identico almeno da una parte e che la capacità residua e quella massima risultino uguali a quelle del condensatore da sostituire.

Sostituzione delle resistenze

Le resistenze vengono montate nei circuiti elettronici sia per ridurre una tensione, sia per polarizzare una valvola. Quando non si fa alcuna specificazione particolare, la tolleranza delle resistenze è intesa nell'ordine del 10 %; tale dato viene normalmente segnalato mediante un anello argentato impresso nell'involucro della resistenza stessa; per quelle resistenze in cui la tolleranza è dell'ordine del 20 %, non esiste alcuna indicazione esterna; per quelle resistenze in cui la tolleranza è dell'ordine del 5 %, l'indicazione è data da un anello dorato impresso nell'involucro esterno del componente.

Può capitare talvolta di non disporre di resistenze del valore richiesto da un determinato montaggio. In tali condizioni si risolve il problema nello stesso modo prima citato per i condensatori, cioè si raggrupperanno tra di loro due o più resistenze in serie o in parallelo. Prima di operare una tale sostituzione, tuttavia, occorrerà ricordare le seguenti proprietà:

1) **La resistenza equivalente a due resistenze collegate in parallelo è sempre inferiore al valore della resistenza più piccola montata nel collegamento.**
2) **Quando due resistenze di valore identico sono collegate in parallelo, il valore risultante è uguale a quello della metà del valore di ciascuna delle due resistenze.**
3) **La formula che permette di determinare il valore risultante R di due resistenze R 1 ed R 2, collegate in parallelo, è la seguente:**

$$R = \frac{R\,1 \times R\,2}{R\,1 + R\,2}$$

4) **Due resistenze uguali, da mezzo watt collegate in parallelo, equivalgono a una resistenza da 1 watt, e ciò per il fatto che ciascuna resistenza è attraversata da un valore pari a quello della metà della corrente a valle e a monte del collegamento. Si tenga presente, tuttavia, che se le due resisitenze non hanno lo stesso valore, il problema è diverso, perchè la ripartizione delle due correnti non è identica e, di conseguenza, una delle due resistenze potrà essere attraversata da un valore di corrente più elevato di quello che percorre l'altra resistenza e per cui la sua potenza potrà risultare insufficiente.**

Quando si impiegano resistenze di fortuna, conviene sempre misurare il loro valore, perchè in taluni casi un riscaldamento eccessivo di tali componenti fuori montaggio può determinare una variazione notevole del valore resistivo iniziale.

Per concludere ricordiamo che in commercio esistono molti tipi di resistenze. Vi sono resistenze al carbone, chimiche, a filo, ecc. Mentre le resistenze chimiche possono essere impiegate un po' dovunque, ciò non vale per le resistenze stratificate e per quelle a filo, perchè quest'ultime presentano, alle alte frequenze, un'induttanza notevole. Le resistenze a strati vengono principalmente montate nei circuiti di bassa frequenza.

valvole elettroniche

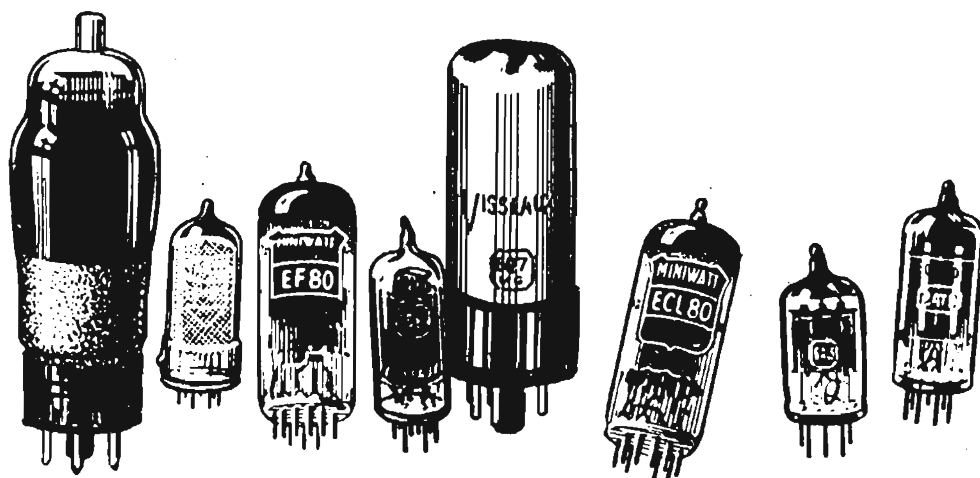
VALVOLE ELETTRONICHE

Cos'é una valvola?

Le « valvole » (tubi elettronici) che vengono impiegate in radiotecnica, sono per lo più dei cilindretti di vetro, chiusi, simili in sostanza al bulbo della lampadina, entro i quali è stato fatto il vuoto (ossia che sono stati svuotati dall'aria che li riempiva) e che contengono dei pezzi sagomati di materiale conduttore, collegati elettricamente con i « piedini », posti alla base del cilindretto di vetro.

I pezzi di ferro sagomato sono chiamati genericamente « elettrodi »: in particolare prendono il nome di « catodi », « anodi » (o placche) e « griglie ».

La valvola è un componente che si diversifica dagli altri (resistenze, condensatori, bobine) non solo per la sua forma, ma soprattutto perchè il suo comportamento, in presenza di correnti e di tensioni elettriche, non segue la legge di Ohm. Anzi, invece di essere considerata un componente passivo, che cioè diminuisce la tensione o il valore della corrente ad essa applicate, è chiamata « elemento attivo ». Infatti il suo uso è essenzialmente quello di « amplificatore », ossia di dare potenza ai segnali elettrici applicati ad essa, di « oscillare » elettronicamente, ossia di generare delle tensioni o delle correnti alternate a frequenze basse o alternate, di « raddrizzare » le correnti alternate, formando in uscita una corrente continua o pulsante (ma sempre dello stesso segno).



Catodo e anodo

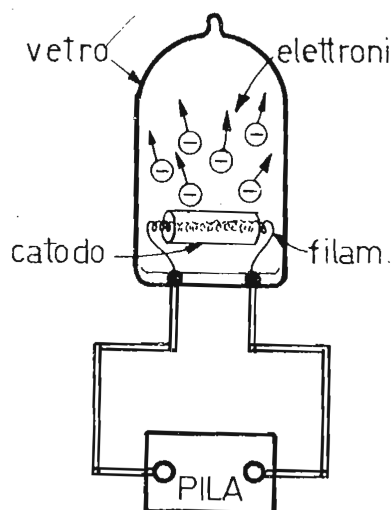
Iniziamo l'analisi delle valvole partendo da due elettrodi che sono sempre presenti in tutte le valvole di ogni tipo. Il più importante dei due è il « catodo »: questo elettrodo è formato da un tubetto di acciaio molto piccolo, sulla cui superficie esterna vengono depositati dei materiali particolari (ossidi termoemissivi) i quali, quando sono sottoposti a un forte riscaldamento che li porta ad un'alta temperatura (al color rosso) presentano la particolarità di emettere, cioè di buttare nello spazio intorno, degli elettroni. Il catodo, appunto, ha il compito di emettere un grande numero di elettroni.

Però per poter riuscire in questo intento, la valvola ha bisogno di una sorgente di calore, che in questo caso è fornita dalla corrente elettrica che circola nel « filamento », analogo a quello delle lampadine ad incandescenza. Il filamento è posto all'interno del tubetto catodico e collegato a due piedini della valvola (da notare che il filamento è isolato elettricamente rispetto al catodo): quando a questi piedini viene collegato un generatore di energia elettrica di opportune caratteristiche, il filamento, si scalda divenendo incandescente, e riscaldando così il catodo che lo circonda.

Gli elettroni sono cariche negative. Pertanto, se internamente alla valvola vi è un elettrodo al quale sia applicata una tensione positiva, gli elettroni emessi dal catodo, risentendo dell'attrazione positiva, affluiscono verso tale elettrodo. Nelle valvole elettroniche l'elettrodo al quale viene applicata la tensione positiva, necessaria per attirare gli elettroni, prende il nome di « placca ».

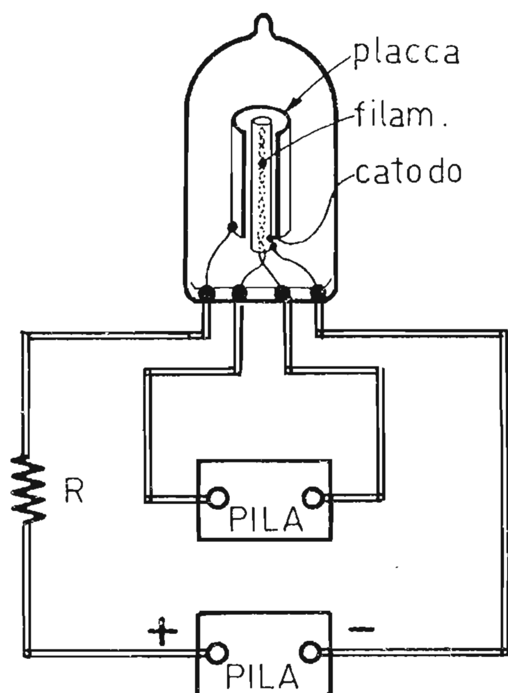
La placca è rappresentata da un cilindro metallico, di diametro maggiore di quello del catodo, in modo da circondare il catodo stesso.

Applicando alla placca, cioè al secondo cilindro metallico contenuto internamente alla valvola, una tensione continua positiva, e collegando il cilindretto rappresentativo del catodo al terminale negativo della sorgente della tensione continua, si verifica un fenomeno simile a quello della corrente elettrica nei conduttori, ossia gli elettroni emessi dal catodo vengono attratti dal potenziale positivo dell'anodo e quindi si affrettano a raggiungerlo, formando così una vera e propria corrente elettrica continua tra catodo e anodo: questa corrente continua finchè l'anodo è collegato alla tensione positiva. Il lettore avrà già inteso che nel gergo radiotecnico si usano indifferentemente le due espressioni « placca » e « anodo » per definire sempre lo stesso elettrodo della valvola elettronica.





Il filamento, al passaggio della corrente, diviene incandescente e riscalda il catodo; quest'ultimo, che è un elettrodo formato da un tubetto di acciaio molto piccolo, emette nello spazio circostante un grande numero di elettroni.





Il diodo, il cui simbolo è rappresentato sulla destra, costituisce il tipo più semplice di valvola elettronica. Gli elettroni emessi dal catodo sono attratti dalla placca, sulla quale è applicata la tensione positiva della pila anodica.

Diodo

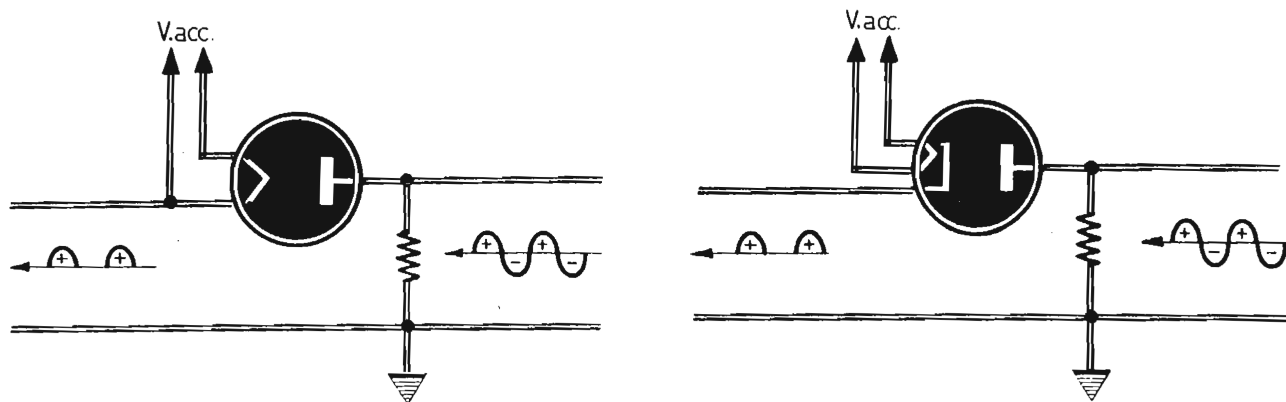
Il diodo rappresenta la valvola elettronica di tipo più semplice, perchè composta da due soli elettrodi: il catodo e l'anodo. In molti casi, poi, il catodo è sostituito dal filamento, che funge direttamente da catodo. Quindi la valvola di tipo più semplice è costituita soltanto da un filamento e da una placca. Ma esistono anche diodi che contengono tutti e tre gli elettrodi essenziali: filamento, catodo e placca. E se anche gli elettrodi sono in numero di tre, la valvola conserva sempre la denominazione di diodo, perchè il filamento, cioè l'elemento riscaldante, non viene considerato un elettrodo fondamentale agli effetti del funzionamento della valvola. Le valvole sprovviste di catodo sono chiamate « valvole a riscaldamento diretto ». Le valvole provviste di catodo vengono chiamate « valvole a riscaldamento indiretto ». I diodi provvisti di catodo, pur possedendo tre elettrodi, conservano il nome di diodi, e infatti gli elettrodi fondamentali, quelli che rimangono interessati nel circuito elettrico esterno di impiego della valvola sono due: il catodo e la placca.

Il diodo viene impiegato nei circuiti radio per svolgere diversi compiti. Quelli più importanti sono raddrizzare le correnti alternate e rivelare i segnali radio. In questi due casi la valvola elettronica prende i nomi specifici di: « diodo raddrizzatore » e « diodo rivelatore ».

Il funzionamento del diodo raddrizzatore è semplice. Se l'anodo è positivo rispetto al catodo, la corrente elettronica passa, internamente alla valvola, dal catodo all'anodo; se invece l'anodo è negativo rispetto al catodo, gli elettroni vengono respinti dall'anodo ancora nel catodo e quindi non si ha passaggio di corrente. Applicando all'anodo della valvola una tensione alternata, si otterrà un flusso di corrente, internamente alla valvola, soltanto quando l'anodo sarà positivo rispetto al catodo. Per concludere si può dire quindi che: i diodi conducono corrente sempre e soltanto quando l'anodo è positivo rispetto al catodo, ossia quando il catodo è negativo rispetto all'anodo.

Triodo

Il triodo è una valvola con tre elettrodi, nella quale ai due elettrodi ormai divenuti familiari è aggiunto un terzo elettrodo chiamato « griglia controllo », « griglia di



Il diodo, cioè la valvola elettronica a due elettrodi, viene usato principalmente per raddrizzare le correnti alternate. Quando nella valvola manca il catodo (disegno a sinistra), è lo stesso filamento che si comporta da catodo, perchè da esso si preleva la corrente raddrizzata uscente. Il disegno a destra illustra lo stesso principio con una valvola diodo munita di catodo.

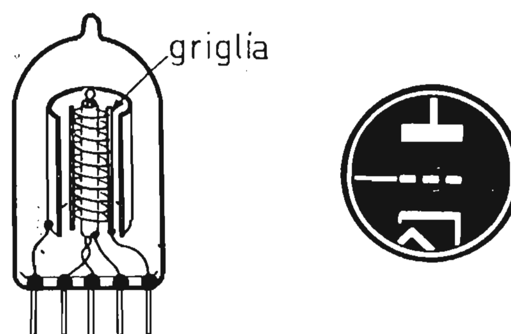
comando » o « griglia pilota ». Questo terzo elettrodo è un poco simile alla saracinesca del rubinetto dell'acqua potabile: quando lo permette, fluisce nel triodo un grande flusso di corrente dal catodo all'anodo, mentre invece quando è in condizioni opportune, non permette assolutamente il passaggio degli elettroni (tubo interdetto).

Vediamo innanzitutto come è fatta una griglia: in genere è costituita da una spirale di filo avvolta a una certa distanza dal catodo, oppure da una reticella posta nello spazio tra anodo e catodo, collegata elettricamente a uno o più piedini della valvola.

Perchè il triodo funzioni occorre, per prima cosa, che tra anodo e catodo esista una forte differenza di potenziale (anodo positivo rispetto al catodo) in modo che gli elettroni emessi dal catodo caldo siano attratti con molta forza dall'anodo. Se non si applica alla griglia alcuna tensione rispetto al catodo, la valvola si comporta come un diodo; se la tensione applicata alla griglia (rispetto al catodo) è positiva, la griglia allora si comporta un po' da anodo, attirando parte degli elettroni che escono dal catodo: e anche questo caso è privo di interesse: se si applica invece alla griglia una tensione lievemente negativa rispetto al catodo, si nota che questa debole tensione fa variare molto la corrente che fluisce internamente alla valvola, in quanto la griglia negativa rimanda verso il catodo parte degli elettroni emessi. Se poi la tensione di griglia diventa sempre più negativa rispetto al catodo, la diminuzione della corrente nella valvola è sempre più sensibile; a un certo punto, per un determinato valore della differenza di potenziale tra griglia e catodo, la corrente cessa: questo valore di tensione prende il nome di « tensione di interdizione ».

Il triodo è destinato a funzionare con tensioni di griglia, rispetto al catodo, che vanno dal valore della tensione di interdizione a zero: il principio sfruttato è quello secondo cui « piccole » variazioni della tensione di griglia producono « grandi » variazioni della corrente anodica, varia-

zioni di corrente che possono essere trasformate in variazioni di tensione ai capi di una resistenza attraversata dalla corrente anodica. Questo principio viene sfruttato per costruire gli « amplificatori », i quali sono apparati elettronici che, prelevano energia dalla sorgente di alimentazione della tensione anodica, la cedono al segnale di ingresso nella griglia, permettendo così che il segnale venga ritrovato all'uscita ai capi della « resistenza di carico », ossia della resistenza posta tra anodo e sorgente di alimentazione aumentato in tensione o in potenza.



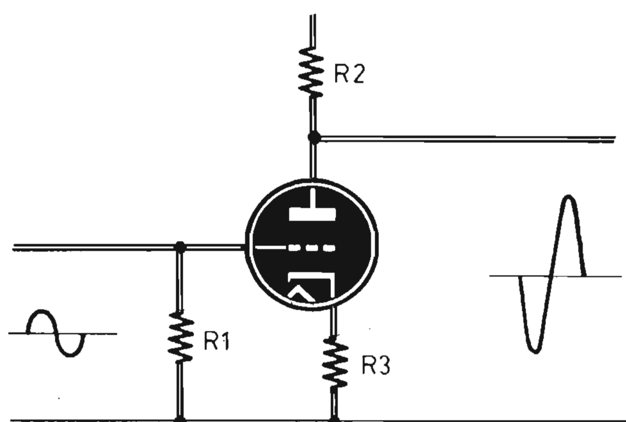
Il triodo, il cui simbolo elettrico è rappresentato sulla destra, è una valvola a tre elettrodi: catodo, griglia e placca.

Tetrodo

La valvola tetrodo è dotata di quattro elettrodi: catodo, griglia controllo, griglia schermo e placca. Il quarto elettrodo, dunque, prende il nome di « griglia schermo ».

Il triodo, per quanto buono, non permette mai un'amplificazione molto alta: per aumentarla occorre il quarto elettrodo, occorre cioè la valvola tetrodo.

La griglia schermo è formata da una spirale avvolta intorno alla griglia di comando, e posta quindi nello spazio tra griglia di comando e anodo. Il potenziale di questa griglia schermo è molto positivo, e fa sì che la forza che attrae gli elettroni sia notevolmente maggiore di quella esistente nel triodo. Si riesce a ottenere un'amplificazione maggiore, ma a volte si verificano seri inconvenienti perchè gli elettroni, invece di passare all'anodo, vengono assorbiti in gran parte dallo schermo, per cui questo tubo è poco usato.

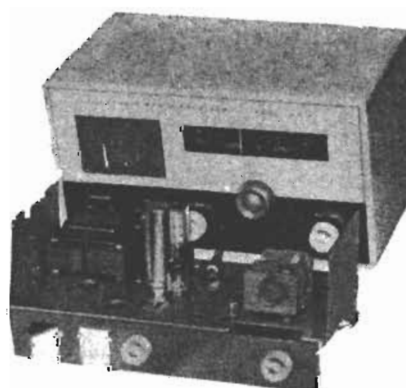


Il triodo rappresenta il tipo più semplice di valvola che permette di amplificare i segnali radio. L'entrata è costituita dalla griglia mentre l'uscita è ottenuta sulla placca.

Pentodo

La valvola pentodo possiede un elettrodo in più rispetto al tetrodo; questo elettrodo è costituito da una terza griglia chiamata « griglia soppressore ».

La griglia soppressore ha il compito, essendo molto negativa rispetto all'anodo, di respingere contro di esso gli elettroni che dovessero per qualche fenomeno venire da esso emessi.





Simbolo elettrico del tetrodo.



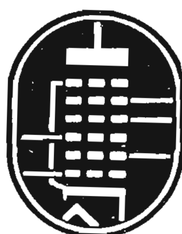
Simbolo elettrico del pentodo.



Simbolo elettrico dell'esodo.



Simbolo elettrico dell'eptodo.



Simbolo elettrico dell'ottodo.

Il pentodo in tal modo riesce ad arrivare ad amplificazioni in tensione di circa 100 volte la tensione di ingresso, con ottima prestazione.

Questa valvola viene così impiegata sopratutto come amplificatore finale negli apparati radio e televisivi, per le sue buone caratteristiche.

Valvole multigriglia

Se alla valvola pentodo vengono aggiunti altri elettrodi, si ottengono le valvole « esodo », « eptodo », « ottodo », ecc. Tra queste, una delle più usate è la valvola eptodo, munita di sette elettrodi, che viene spesso impiegata nei circuiti supereterodina per la conversione di frequenza.

Di solito queste valvole vengono considerate come l'insieme di più valvole racchiuse dentro lo stesso bulbo di vetro e funzionano quindi a sezioni: triodo + pentodo, triodo + triodo, ecc. In queste valvole il catodo può essere uno solo, oppure vi possono essere due catodi; nel primo caso la valvola è considerata multipla e le sue sezioni funzionano in concomitanza; nel secondo caso la valvola va considerata come un componente elettronico doppio, triplo, ecc. e le sue sezioni possono funzionare indipendentemente tra loro.

Zoccolo delle valvole

Gli elettrodi contenuti dentro la valvola fanno capo, all'esterno, ad alcuni bastoncini metallici che prendono il nome di « piedini ». I piedini possono essere disposti in modo diverso sulla parte inferiore del bulbo di vetro o di metallo e tutti assieme compongono lo « zoccolo » della valvola.

L'ordine di successione dei piedini sullo zoccolo della valvola e la loro corrispondenza con gli elettrodi contenuti nella valvola stessa vengono dedotti tramite consultazione di appositi manuali (prontuari), nei quali sono riportati gli schemi elettrici di tutte le valvole esistenti in commercio, con l'indicazione del numero dei piedini e la loro corrispondenza.

L'ordine di successione numerico dei piedini rappresenta un problema semplice

da risolversi: si prende la valvola in mano con la base munita dei piedini rivolta verso il viso dell'operatore; quindi si comincia a contare in senso orario (ossia nel senso di avanzamento delle lancette dell'orologio) da uno fino a che non si finisce il giro, cominciando da un piedino che risulta differenziato rispetto agli altri.

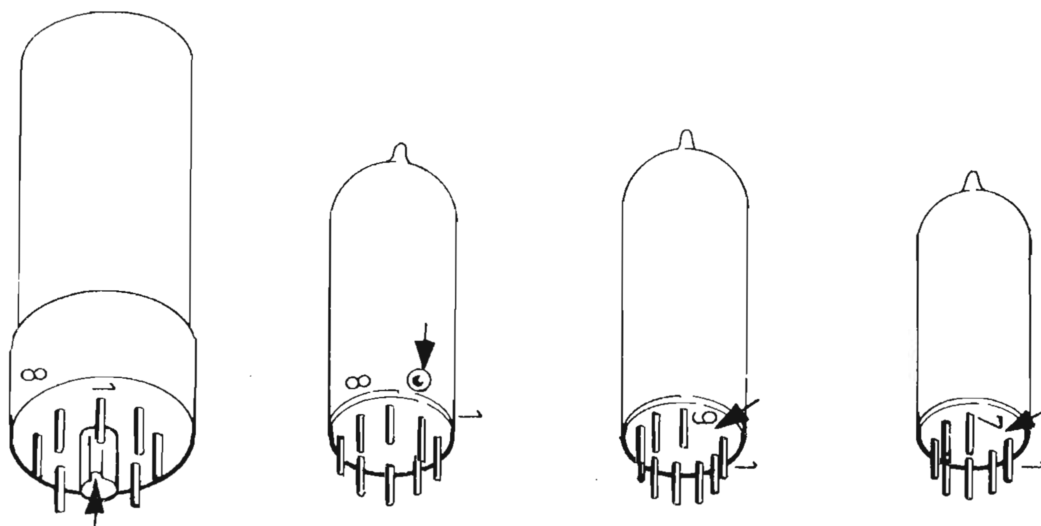
Ad esempio nello zoccolo « Rimlock » esiste sulla superficie cilindrica del bulbo di vetro un piccolo foruncolo di vetro che determina il piedino numero 1, dal quale si incomincia la conta che numera i vari piedini. Invece negli zoccoli « noval » si parte dallo spazio più largo esistente tra due piedini, cominciando a contare: così pure per gli zoccoli « miniatura ». Gli zoccoli delle valvole di uso più comune sono:

Zoccolo di Rimlock - Questo tipo di zoccolo è in genere di vetro, continuazione ideale del bulbo di vetro che forma la valvola: questo zoccolo è caratterizzato da una specie di foruncolo (un punto sporgente) in vetro che determina la posizione del 1° piedino (il primo contando in senso orario) e dell'ultimo (il primo piedino dal foruncolo contando in senso antiorario).

E' da notare che i piedini sono tra loro equidistanti. Il foruncolo di vetro impedisce la possibilità di errori nell'inserimento della valvola, in quanto nello zoccolo portavalvola è presente una scanalatura dentro la quale corre il foruncolo stesso, definendo così la posizione corretta di inserimento. I piedini delle valvole Rimlock sono in numero di otto.

Zoccolo Miniatura - Questo tipo ha nome « miniatura » a causa della limitata dimensione del diametro rispetto ad altri tipi di valvola. Anche in questo caso la parte di base della valvola che sostiene i piedini è in vetro, continuazione dell'ampolla del tubo. I piedini sono tutti equidistanti, tranne due (il primo e l'ultimo) che sono più lontani. In questo modo, oltre ad avere l'indicazione del 1° piedino da cui contare gli altri in senso orario, non vi sono possibilità di errori nell'inserimento della valvola nello zoccolo. I piedini di queste valvole sono in numero di sette.

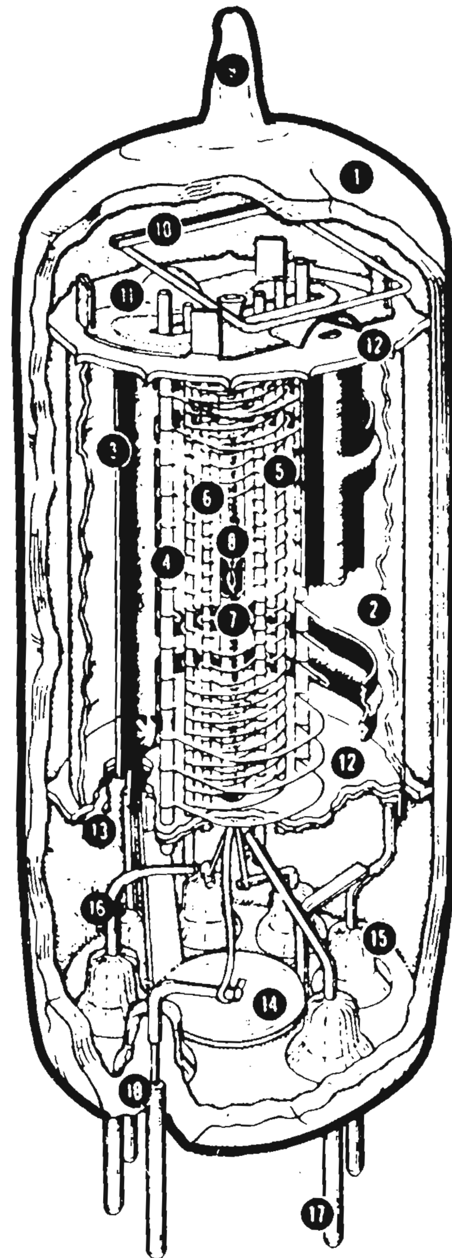
L'ordine numerico progressivo dei piedini delle valvole, qualunque sia il tipo dello zoccolo, procede in senso orario, cioè secondo il verso delle lancette dell'orologio. I tipi di zoccoli riportati nel disegno sono, da sinistra a destra: octal americano, Rimlock, noval e miniatura.



Zoccolo Noval - Anche in questo caso la base della valvola è in vetro. I piedini sono nove, tutti equidistanti tranne il 1° ed il 9° piedino, che sono più lontani fra loro; per questo motivo è possibile la numerazione dei piedini e risulta invece impossibile l'errata inserzione della valvola nello zoccolo.

Zoccolo Octal - In questo caso il numero dei piedini è otto: la base della valvola è in genere di bachelite o di plastica termoindurente, con dimensioni più grandi di quelle dei tipi precedentemente visti. Il numero corrispondente ai diversi piedini è determinato dalla operazione di conteggio a partire dal 1°, il quale è definito dalla posizione di un segnalino in plastica. Questo particolare evita anche la possibilità di errori nella operazione di inserimento della valvola nello zoccolo portavalvola.

Altri zoccoli - Esiste una grande varietà di altri tipi di zoccoli: in realtà attualmente i più usati sono i tipi descritti. In ogni caso anche le altre zoccolature vengono fatte in modo da evitare errori quando si pone la valvola nello zoccolo. Chi ha già osservato vecchie radio si sarà reso conto di quanti e di quali tipi di zoccoli sono stati impiegati fino ad ora nel campo della radiotecnica.



Vista in « spaccato » di una valvola elettronica multigriglia. Gli elementi indicati numericamente sono: 1-Involucro di vetro; 2-Schermo interno; 3-Placca; 4-Griglia soppressore; 5-Griglia schermo; 6-Griglia controllo; 7-Catodo; 8-Filamento; 9-Tubicino per la creazione del vuoto; 10-Getter (perfeziona il vuoto spinto); 11-Supporto; 12-Supporto isolante in mica; 13-Supporto inferiore; 14-Base interna; 15-Saldatura vetrosa; 16-Collegamento degli elettrodi sui piedini; 17-Base piedini; 18-Piedini.

Tipi di valvole

Le valvole possono essere suddivise in vari gruppi a seconda dell'impiego al quale sono destinate, ferme restando le caratteristiche principali relative al numero di griglie che costituiscono il tubo. In altre parole un triodo sarà sempre una valvola amplificatrice: potrà però essere amplificatrice per alta frequenza o bassa frequenza; potrà essere anche un oscillatore ecc., tuttavia resta sempre fondamentalmente un triodo che funziona come amplificatore.

Diodi - I diodi, in linea di massima, si dividono in « rivelatori » e in « raddrizzatori ». Il principio di funzionamento si basa sul fatto che il diodo conduce corrente quando, e solo quando, l'anodo (plac-

ca) è positivo rispetto al catodo. Vi sono diodi più adatti per condurre con bassa differenza di potenziale (diodi rivelatori usati negli apparecchi radio riceventi per rivelare il segnale portato dall'onda radio) e diodi più adatti per condurre forti correnti, anche con alta differenza di potenziale (diodi raddrizzatori, usati per raddrizzare l'onda della tensione sinusoidale della rete-luce domestica, in modo da avere una corrente continua per l'alimentazione degli anodi delle valvole, che vogliono una tensione molto positiva continua).

Triodi - I triodi sono usati in moltissimi circuiti: anzitutto come « amplificatori » a bassa frequenza, ad alta frequenza e ad altissima frequenza (U.H.F.) ove i tipi adatti funzionano benissimo e sono insostituibili; poi come « oscillatori », con il compito di generare all'anodo una tensione sinusoidale, senza che in ingresso sia applicato segnale alcuno; come «preamplificatori » per fornire a uno stadio seguente una tensione sufficiente per il buon funzionamento.

Pentodi - Queste valvole sono essenzialmente usate come « amplificatori finali » per le basse frequenze degli apparecchi radio, prima dell'altoparlante, per le buone caratteristiche di fedeltà e di potenza trasmessa; spesso sono usati anche come « amplificatori per le medie frequenze » (fino a circa 2 MHz).

Esodi, Eptodi e Analoghi - Queste valvole sono quasi esclusivamente adoperate come « convertitrici di frequenza »; esse vengono quindi usate in funzione di prima valvola negli apparecchi radio a conversione di frequenza, cioè nei circuiti supereterodina.

Dati di impiego delle valvole

Per tutti i tipi di valvole in commercio, vengono sempre indicati i dati di impiego.

Si hanno così delle caratteristiche statiche e delle caratteristiche dinamiche.

Le caratteristiche statiche si riferiscono ai valori ottenuti con corrente continua, senza applicare alla griglia alcun segnale. Esse sono:

la tensione di accensione, che viene indicata in volt con l'indicazione: corrente continua o alternata;
la corrente di accensione in ampère;
la tensione anodica, in volt;
la corrente anodica norma, in mA;
la tensione di schermo, in volt;
la corrente di schermo, in mA;
la polarizzazione di griglia in volt negativi rispetto al catodo.

Le caratteristiche dinamiche si riferiscono invece alla valvola, durante il suo funzionamento. Esse sono:

« Il coefficiente di amplificazione », che è il rapporto tra la variazione della corrente di placca e la variazione della tensione di griglia. Da essa dipende l'amplificazione di uno stadio.

« La resistenza interna », che è quella offerta dal circuito di placca al passaggio della corrente. Si esprime in ohm.

« Pendenza ». Indica contemporaneamente il coefficiente di amplificazione e la resistenza interna ed è il quoziente del primo per la seconda. Siccome ha una caratteristica inversa alla resistenza, si indica con mho.

Potenza dissipata dalle valvole

Quando, per costruire un apparato elettronico, ci si rivolge alle valvole, occorre sempre (o quasi sempre) procurarsi un « trasformatore di alimentazione » che fornisca la corrente per i filamenti a bassa tensione e spesso la tensione anodica continua molto positiva.

Però, per l'acquisto di questo trasformatore, occorre conoscere diversi dati:

a) **tensione della rete domestica;**
b) **tensione di uscita, per l'anodo delle valvole;**
c) **tensione e corrente, per i filamenti;**
d) **potenza assorbita dal circuito, fornibile da parte del trasformatore;**
e) **potenza assorbita dai filamenti;**

f) potenza assorbita dalle correnti anodiche.

I dati relativi ai punti a, b, e c sono facilmente conoscibili; gli ultimi (d, e f) sono invece da calcolare.

Per effettuare queste valutazioni occorre ricordare il concetto di potenza elettrica nella sua espressione più comune:

W = V x A

in sintesi il procedimento è il seguente:

1) **Calcolo della potenza assorbita dal filamento di ogni valvola per mezzo dell'applicazione della formula prima citata.**
2) **Somma delle singole potenze assorbite da ogni filamento.**
3) **Calcolo delle potenze assorbite dalle correnti nelle varie valvole (potenze sulle placche) mediante applicazione della stessa formula.**
4) **Somma delle singole potenze anodiche.**
5) **Somma delle potenze sulle placche e sui filamenti.**

Nella scelta del trasformatore di alimentazione occorre prendere un valore leggermente superiore a quello trovato. In questo modo si è sicuri che il trasformatore di alimentazione non brucerà e neppure andrà soggetto a surriscaldamento eccessivo, con il pericolo di andare fuori uso in poco tempo.

Occorre tener presente inoltre che il trasformatore non deve soltanto essere di potenza totale superiore o uguale a quella del valore calcolato con il procedimento summenzionato, ma deve essere in grado di fornire anche la necessaria corrente per i filamenti e quella necessaria per alimentare le placche.

Codice europeo delle valvole

Tutte le valvole hanno un loro nome che le differenzia l'una dall'altra. Per le « valvole di tipo europeo », cioè « per quelle che iniziano il loro nome con una lettera », si cerca di definire qualche loro caratteristica usando lettere opportune, analogamente al caso delle resistenze, il cui valore è definito dai colori stampigliati sul corpo.

La seguente tabella permette di riconoscere qualcuna di queste caratteristiche:

1) **Significato della prima lettera:** questa lettera rappresenta il valore della tensione o della corrente che sono relative al filamento:

valori di tensione	corrente valori di
A = 4 V	**C = 200 mA (0,02 A)**
D = 1,4 V	**H = 150 mA**
E = 6,3 V	**P = 300 mA**
G = 5 V	**U = 100 mA**
K = 2 V	
M = 2,5 V	

Così, per esempio, se una valvola ha il nome che inizia per P si sa subito che la corrente del suo filamento è di 300 mA e se invece incomincia per E si sa che la tensione a cui deve funzionare il filamento è di 6,3 V.

2) **Significato della seconda e della terza lettera:** queste rappresentano il tipo di valvola e le sue caratteristiche di funzionamento:

A = diodo
B = doppio diodo
C = triodo
D = triodo finale amplificatore
E = tetrodo
F = pentodo
X = raddrizzatore a gas
H = esodo o eptodo
K = ottodo o eptodo
L = pentodo finale amplificatore
M = occhio magico
Y = diodo raddrizzatore
Z = doppio diodo raddrizzatore.

Così, per esempio, se la seconda lettera è C e la terza ancora è C si ha che la valvola è costituita da 2 triodi; se invece c'è solo la seconda, per esempio L, si ha che la valvola è un pentodo finale amplificatore.

3) Il numero che segue le lettere non ha in genere un significato pratico, ma è un numero di serie del fabbricante.



ESEMPIO:

Si interpreti la sigla della valvola UBC 41:

1) prima lettera U: il filamento assorbe 100 mA ossia 0,1 A;
2) seconda lettera B: significa che la valvola è un doppio diodo;
3) terza lettera C: significa che nella valvola c'è anche un triodo.

ESEMPIO:

Si interpreti la sigla della valvola EL 84:

1) prima lettera E: il filamento assorbe corrente a 6,3 V;
2) seconda lettera L: la valvola è un pentodo finale amplificatore.

Codice americano delle valvole

Le valvole di tipo americano sono facilmente riconoscibili perchè hanno al primo posto del loro nome un numero (6, 35, 50, ecc.) seguito da lettere e numeri.

Per il tecnico è sufficiente conoscere il significato del numero posto innanzi al nome: « rappresenta la tensione in volt applicabile ai filamenti ».

In linea di massima però questa tensione può assumere valori anche leggermente diversi: ad esempio la valvola 6 BX 4 ha tensione 6,3 V ai filamenti, così la 14 Q 7 ha tensione ai filamenti di 12,6 V. Tuttavia in genere il valore di tensione indicato è rispettato a meno del 10 %. Ad esempio la valvola 6 BE 6 ha tensione di filamento di 6,3 V; la 35 X 4 ha tensione di 35 V, ecc.

Alimentazione dei filamenti

Nei radioapparati i filamenti delle valvole vengono alimentati in tre diverse maniere:

1°) **Alimentazione in serie**
2°) **Alimentazione in parallelo**
3°) **Alimentazione mista.**

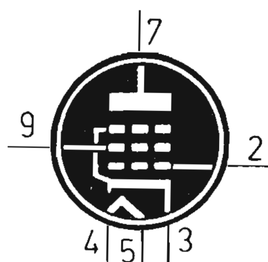
Ognuno di questi sistemi di collegamento presenta alcuni vantaggi e, insieme, alcuni svantaggi. La preferenza da darsi all'uno o all'altro tipo di collegamento può essere dovuta a motivi tecnici o commerciali.

Alimentazione dei filamenti in serie

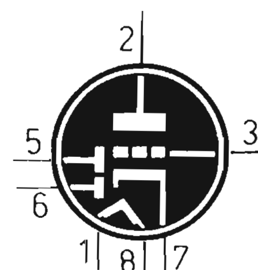
In questo caso i filamenti di tutte le valvole sono percorsi dalla stessa corrente 1 e danno luogo a cadute di tensione proporzionali alle resistenze dei filamenti stessi, ossia uguali alla tensione dei filamenti denunciata dal fabbricante nella prima lettera o nella prima cifra del nome della valvola rispettivamente della serie europea o americana.

Per questo collegamento quindi occorre che siano verificate strettamente le due condizioni seguenti:

a) **i filamenti devono essere adatti per assorbire la « stessa intensità di corrente »;**



Simboli radioelettrici di due tipi di valvole elettroniche molto comuni. A sinistra è il simbolo della EL 84, che è un pentodo finale B.F. (zoccolo noval). A destra è il simbolo della UBC 41, che è un doppio diodo-triodo preamplificatore B.F. rivelatore (zoccolo rimlock).



b) la « somma delle tensioni di filamento » deve essere uguale al valore della tensione V fornibile ai capi del circuito (in genere al secondario del trasformatore).

Nel caso contrario occorre fare in modo che queste uguaglianze siano verificate, con l'aggiunta di resistenze in serie o in parallelo alle valvole, per portare il circuito nelle condizioni richieste.

Alimentazione dei filamenti in parallelo

In questo caso i filamenti delle valvole sono sottoposti alla stessa differenza di potenziale e vengono percorsi dalla corrente denunciata dal fabbricante, ossia da una corrente proporzionata alla resistenza dei filamenti.

Per ottenere questo collegamento occorre quindi che siano verificate le due condizioni seguenti:

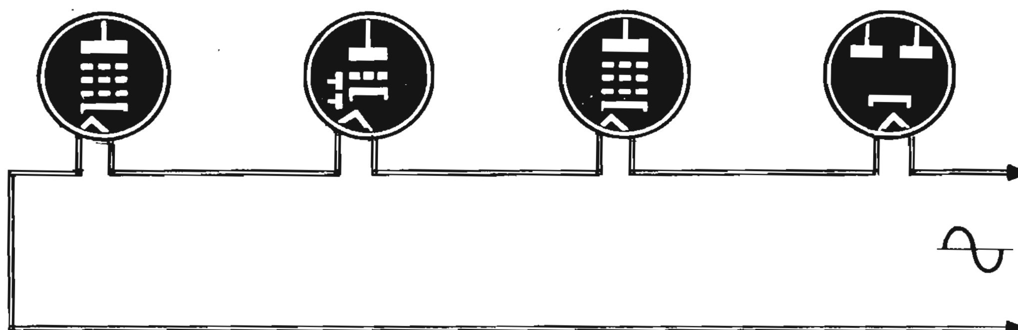
a) i filamenti devono essere adatti per sopportare la « stessa tensione » applicata V;

b) la « somma delle correnti nei filamenti » deve essere uguale a quella fornibile ai capi del circuito, I.

In caso contrario occorre fare in modo che queste uguaglianze vengano verificate, con l'opportuno inserimento di resistenze nelle parti del circuito che non hanno corrispondenza perfetta con le due condizioni viste.

Il collegamento dei filamenti delle valvole in parallelo all'alimentatore (secondario B.T. del trasformatore di alimentazione) si rende necessario nei casi in cui gli assorbimenti di corrente dei fila-

Esempio di circuito di accensione di valvole elettroniche alimentate in serie. Questo sistema di accensione viene usato principalmente nei ricevitori di tipo economico in cui in sostituzione del trasformatore di alimentazione viene montato l'autotrasformatore.



menti stessi sono diversi fra un tipo e l'altro di valvola.

Il collegamento dei filamenti in parallelo si rende assai più comodo in sede di cablaggio, perchè evita l'applicazione di un conduttore; infatti, in qualità di conduttore di ritorno della corrente si utilizza il telaio metallico del ricevitore; tale accorgimento non viene sfruttato negli amplificatori B.F., nei quali per evitare ogni forma di ronzio si preferisce alimentare i filamenti delle valvole con due fili conduttori, attorcigliati tra loro, in modo da formare una trecciola antiinduttiva.

Vantaggi e inconvenienti dei due tipi di alimentazione

Il tipo di alimentazione più usato è senza altro quello in parallelo, per la maggior semplicità di realizzazione e perchè non manifesta inconvenienti di grande entità.

Al contrario, il collegamento in serie può dar luogo a inconvenienti diversi. Ad esempio nel caso di interruzione di un filamento, tutte le valvole si spengono e questo è a volte un grave difetto, specie negli apparecchi con molte valvole, in quanto occorre verificare i filamenti di ognuna di esse e spesso all'atto del distacco della valvola dallo zoccolo il filamento si riavvicina, rendendo difficile il ritrovamento della valvola difettosa (questo difetto non si manifesta nel caso dell'alimentazione in parallelo, poichè la valvola spenta, una sola, è presto rintracciata). Inoltre spesso si ha un forte ronzio che esce dall'altoparlante, dovuto ai collegamenti in serie: occorre allora provvedere a collegare un capo dei filamenti di ogni valvola a massa, tramite un condensatore, di solito di 10.000 pF, che porti a massa il disturbo.

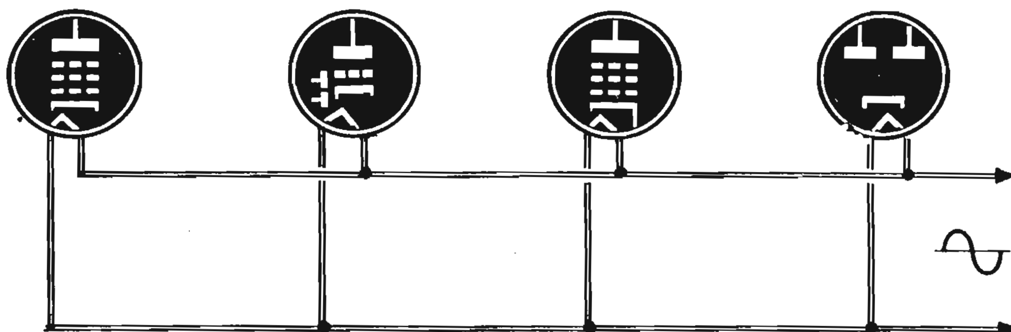
Alle volte tale accorgimento non basta, mentre è sufficiente invertire il collegamento dei piedini di tutte le valvole per eliminare il ronzio: ossia collegare il capo saldato al piedino di destra al piedino di sinistra del filamento e quello che era collegato a destra saldarlo al posto di quello di sinistra.

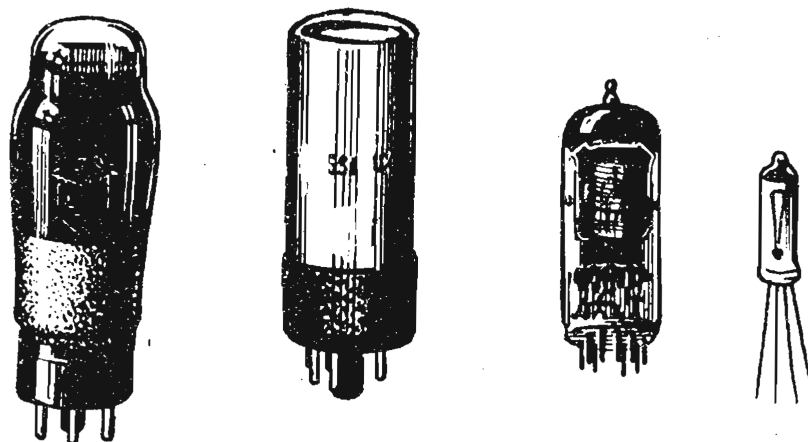
Nonostante tali difetti, il circuito di accensione in serie è abbastanza diffuso, specie nei piccoli ricevitori, in quanto con questo tipo di collegamento si può fare a meno del trasformatore.

La caduta di tensione nel circuito deve essere quella della rete altrimenti, se fosse maggiore, passerebbe nei filamenti meno corrente; se invece fosse minore, passerebbe troppa corrente, e in questi due casi le valvole non funzionerebbero molto bene o addirittura non funzionerebbero affatto.

Facciamo un esempio, riferendoci allo schemino elettrico riportato in figura. La caduta di tensione sull'intero circuito deve essere di 220 V.; le valvole da sole danno

Esempio di circuito di accensione di valvole elettroniche alimentate in parallelo. E' questo il sistema di accensione maggiormente usato in ogni tipo di radioapparato in cui è montato il trasformatore di alimentazione.





Quattro tipi fondamentali di valvole elettroniche indicatrici di sintonia, di vecchia e recente costruzione. Le due valvole a sinistra presentano l'elettrodo sensibile sulla testa del componente; nelle due valvole a destra la parte sensibile sta lungo il bulbo di vetro.

una caduta (rilevabile dal primo numero del nome della valvola stessa) di:

$$35\,V + 50\,V + 12{,}6\,V + 12{,}6\,V + 12{,}6\,V = 122{,}8\,V.$$

Occorre ancora una caduta di 97,2 V che, nell'esempio, viene realizzata con una resistenza. Le sue caratteristiche, dato che la corrente che attraversa le valvole è di 0,15 A (valore preso dai prontuari) sono ricavabili applicando la solita formula:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{97{,}2\,V}{0{,}15\,A} = 650\text{ ohm}.$$

Vediamo ora la potenza della resistenza con la formula:

$$P = V \cdot I = 97{,}2\,V \cdot 0{,}15\,A = 14{,}55\,W.$$

La resistenza dovrà allora essere di 650 ohm, 15 W.

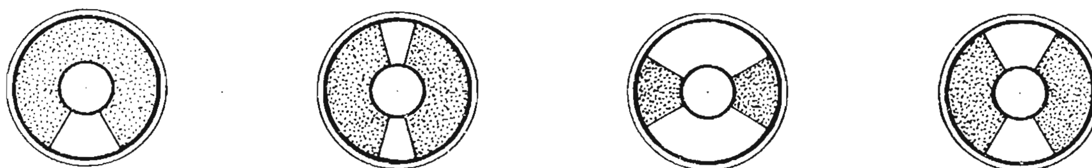
Durata delle valvole

Come avviene per ogni oggetto sottoposto a sforzo, ossia per ogni oggetto che compie un lavoro di qualsiasi ordine (meccanico, termico, elettrico, acustico, ottico, ecc.), anche le valvole, a lungo andare, sono soggette ad inconvenienti dovuti a fenomeni di fatica ed esaurimento.

Nel caso delle valvole l'esaurimento è in gran parte dovuto all'esaurirsi dello strato termoemissivo del catodo: quando questo non produce più elettroni in numero soddisfacente, si dice che la valvola è « esaurita », ed allora occorre sostituirla con un'altra uguale o con una equivalente.

A volte si chiamano esaurite anche le valvole che sono bruciate (troppa corrente o tensione al filamento) o nelle quali per fenomeni meccanici (urto ecc.) sono

L'occhio magico è una particolare valvola elettronica che, a seconda della luminosità o dell'ombra di un suo elettrodo ricoperto di sostanza fluorescente e bombardato da elettroni, indica se ci si è sintonizzati bene o meno su una stazione trasmittente. Il primo a sinistra è un occhio magico ad una sola sensibilità, tutti gli altri sono a doppia sensibilità.



avvenuti contatti elettrici interni tra gli elettrodi, o rottura dei collegamenti. Anche in questo caso occorre sostituire la valvola che viene trovata difettosa.

Occhio magico

Si tratta di una particolare valvola usata negli apparecchi radio riceventi che, a seconda della luminosità o dell'ombra di un suo elettrodo ricoperto di materiale fluorescente e bombardato da elettroni, indica se ci si è sintonizzati bene o meno su una stazione trasmittente.

Per quanto oggi l'impiego dell'indicatore di sintonia stia diventando meno frequente, la valvola indicatrice di sintonia di tipo 6 E 5 continua ad essere molto utile per taluni impieghi, che non sono proprio quelli per i quali essa viene costruita, ma che divengono preziosi per la maggior parte dei dilettanti di radiotecnica. Con la valvola indicatrice di sintonia, infatti, si possono raggiungere diversi scopi radioelettrici: si possono tarare i circuiti supereterodina, quelli di un trasmettitore, quelli di un amplificatore; si può costruire un... voltmetro elettronico, un signal-tracer ed altro ancora.

La valvola 6 E 5 è una indicatrice di sensibilità ad una sola sensibilità, costituita da due parti: la parte superiore è luminosa, mentre la parte inferiore è una amplificatrice a triodo. Nei normali ricevitori radio a circuito supereterodina, in funzione di occhio magico, essa va collegata in parallelo alla resistenza di carico della valvola rivelatrice oppure al circuito CAV.

La parte superiore della valvola è costituita dallo schermo fluorescente, di forma conica, al quale è applicata una tensione positiva elevata a circa 250 volt; compongono inoltre la valvola: due astine deviatrici e la griglia catodica, che è una griglia collegata al catodo della valvola; è ovvio che nella stessa valvola sono presenti il filamento e il catodo. Alle due astine corrispondono due zone d'ombra sullo schermo fluorescente; la griglia catodica provvede a rendere uniforme la diffusione degli elettrodi sulla superficie fluorescente, e rende uniforme anche la luminosità; la luminosità è tanto più accentuata quanto maggiore è la tensione positiva dello schermo, fluorescente e quanto maggiore è la velocità degli elettrodi che lo colpiscono. La tensione massima applicabile è quella di 265 V.; maggiore è la tensione positiva e minore è la durata della valvola.

Nelle figure qui riportate sono rappresentati gli schemi relativi al montaggio della valvola 6 E 5, che permettono molteplici servizi di ordine elettronico al dilettante.

Per la realizzazione del progetto occorrono: una basetta metallica, o di materiale isolante, uno zoccolo octal, la valvola 6 E 5 GT e due resistenze, oltre che un certo quantitativo di conduttori per i collegamenti.

Naturalmente è necessario avere a disposizione anche un alimentatore, in grado di erogare la tensione di accensione del filamento della valvola a 6,3 volt e quella anodica a 250 volt. Non avendo a disposizione un tale alimentatore, il dilettante potrà sempre assorbire le tensioni necessarie dall'alimentatore dello stesso apparato che si vuol esaminare. Si tenga presente che per l'alimentazione anodica basta una corrente di pochi milliampère, mentre per il filamento occorre una corrente di 0,3 A.

I servizi cui può essere adibito lo strumento sono:

1° **Può servire per misure di piccole tensioni c.c. e c.a., anche nella gamma dell'audiofrequenza.**

2° **Può servire come signal-tracer.**

3° **Può servire per la taratura di un ricevitore radio.**

4° **Serve nella sua naturale funzione di valvola indicatrice.**

— **Voltmetro elettronico** - Lo strumento ha una resistenza interna elevata così come avviene per i voltmetri elettronici e non produce, quindi, nel circuito in esame, inconvenienti sensibili. La valvola, comportandosi come un voltmetro elettronico, è in grado di effettuare misure di tensione fra 0 e 8 volt. La valvola richiede, tra griglia e catodo, una tensione massima di 8 volt (griglia negativa). Con la tensione di 8 volt

l'occhio magico è completamente chiuso (tutto verde). Per tensioni inferiori ad 8 volt, l'angolo della superficie verde dell'occhio magico varia proporzionalmente. Montando la valvola col sistema classico valido per i montaggi dell'occhio magico sul pannello frontale del ricevitore radio, è possibile realizzare un pannello munito di settore graduato, da applicarsi in corrispondenza dell'occhio magico e precedentemente tarato con una sorgente c.c. di valori campioni.

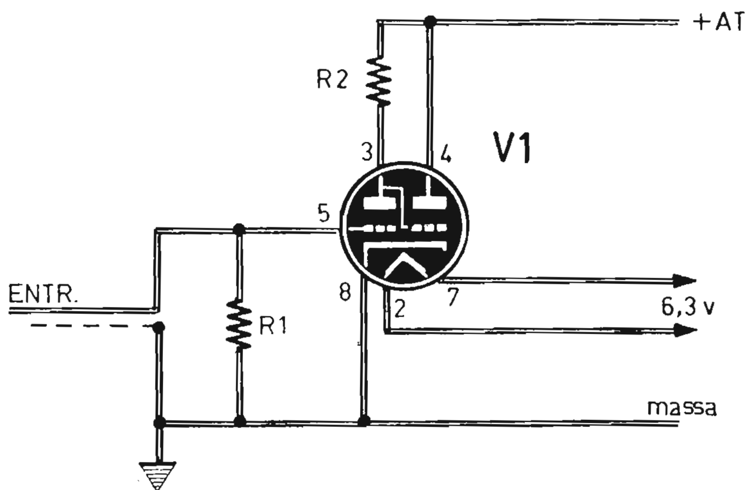
E vediamo qui di seguito alcune applicazioni pratiche dello strumento, cominciando dal suo impiego in qualità di signal-tracer.

— **Signal-tracer** — Per usare questo elementare apparato in qualità di signal-tracer in un circuito amplificatore, occorre connettere il conduttore di massa al telaio dell'amplificatore. Quando un segnale è presente all'entrata dell'amplificatore, sia esso dovuto ad un disco, ad un microfono o a un generatore di segnali, si può controllare la esistenza del segnale sulle griglie delle valvole e sulle placche, iniziando dallo stadio di entrata dell'amplificatore.

Se tutto è in regola, in presenza di segnale, l'occhio magico pulsa proporzionalmente al segnale di bassa frequenza in arrivo. Quando si analizza il segnale sulla placca di una valvola, la griglia dell'occhio magico verrebbe a trovarsi sotto tensione e ciò consiglia di applicare all'entrata del nostro apparato un condensatore da 10 mila pF. Si tenga presente, in ogni caso, che con il nostro apparecchio è possibile rilevare segnali di 0,1 volt appena.

— **Taratura di un ricevitore radio** — Un altro impiego, molto utile, dell'apparato, è quello di tarare con esso i circuiti Robert accordati di un ricevitore radio supereterodina. Le operazioni vanno fatte così: si collega il conduttore di massa dell'apparato al telaio del ricevitore che si vuol tarare, mentre la griglia dell'occhio magico va collegata al terminale laterale « caldo » del potenziometro di volume, ricordandosi sempre di interporre un condensatore da 10.000 pF.

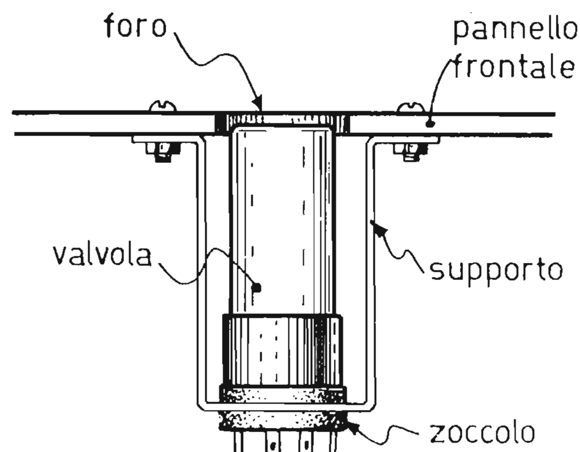
Quando si sintonizza il ricevitore su una qualsiasi emittente, la superficie illuminata dell'occhio magico aumenta. Prima di intervenire sui nuclei o sui compensatori dei trasformatori di media frequenza del ricevitore supereterodina, occorre sintonizzare il ricevitore stesso su una emittente che si trovi dalla parte delle frequenze più alte della gamma (intorno ai 1400 KHz); si regolano quindi accuratamente i compensatori o i nuclei delle medie frequenze, in modo di ottenere la massima uscita, che viene assicurata dalla massima illuminazione dell'oc-



Schema elettrico di un circuito con valvola indicatrice di sintonia di tipo 6E5. I componenti sono: R 1 = 2 megaohm — 1 watt; R 2 = 2 megaohm — 1 watt; V 1 = 6E5.

chio magico. Quando le medie frequenze risultano ben regolate, si può passare alla taratura del gruppo di alta frequenza, regolando i compensatori e i nuclei montati su di esso. Anche in questo caso la precisa taratura del gruppo viene ottenuta quando si verifica la massima chiusura dell'occhio magico. E dopo questo procedimento si può essere certi che il ricevitore risulterà ben allineato. Occorre appena ricordare che la taratura del gruppo di alta frequenza va fatta prima sulla gamma delle frequenze più alte delle onde medie, e poi su quella delle frequenze più basse. Nel primo caso si regolano i compensatori, mentre nel secondo caso si regolano i nuclei delle bobine. Comunque basterà ripetere lo stesso procedimento di allineamento che si è soliti fare con l'oscillatore modulato osservando continuamente l'occhio magico.

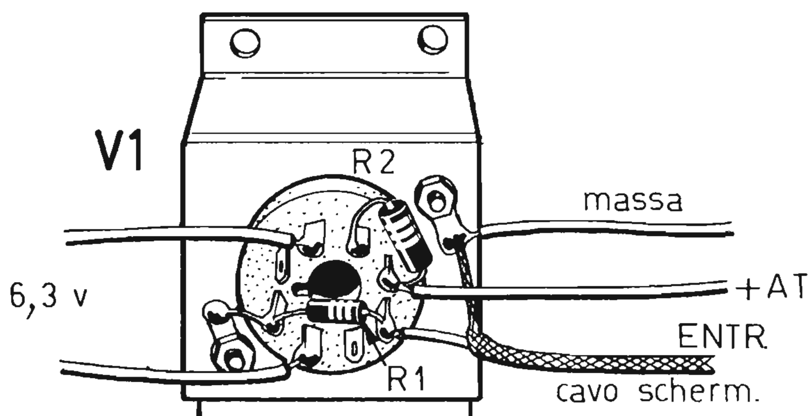
Nel caso che il ricevitore radio non sia provvisto di gruppo di alta frequenza, occorrerà intervenire sui compensatori applicati direttamente sul condensatore variabile. Ai principianti si consiglia, in ogni caso, di esercitarsi con questo originale sistema di taratura su qualche vecchio ricevitore, prima di passare ai modelli di tipo moderno e perfettamente funzionanti.

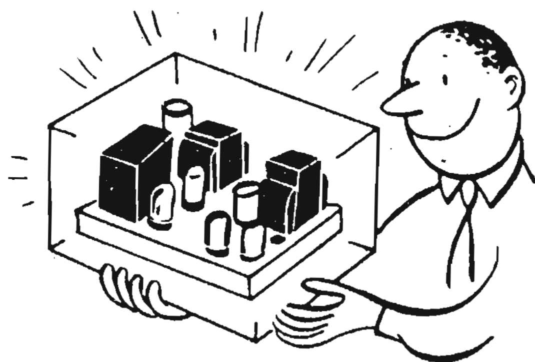


Esempio pratico di valvola indicatrice di sintonia su pannello frontale di ricevitore radio. Il supporto è rappresentato da una lamiera ripiegata.

Indicatore di sintonia — La naturale funzione della valvola 6 E 5, usata nell'apparecchio qui descritto, è quella di occhio magico nei ricevitori a circuito supereterodina. Lo scopo di una tale applicazione al ricevitore radio è quella di consentire una perfetta sintonizzazione delle emittenti, che può essere controllata visivamente sullo schermo della valvola quando si ottiene la massima chiusura dell'occhio magico. Pri-

Realizzazione pratica del semplice apparato di controllo impiegante la valvola indicatrice di sintonia di tipo 6E5.





ma di tutto occorre togliere la resistenza R 1 e sostituirla con un condensatore a carta da 30.000 pF; secondariamente occorre aggiungere una resistenza da 3 megaohm in serie all'entrata; tale resistenza va collegata a monte della prima resistenza del CAV, collegata al circuito di rivelazione e diretta verso la valvola amplificatrice di media frequenza.

transistors

I TRANSISTORI

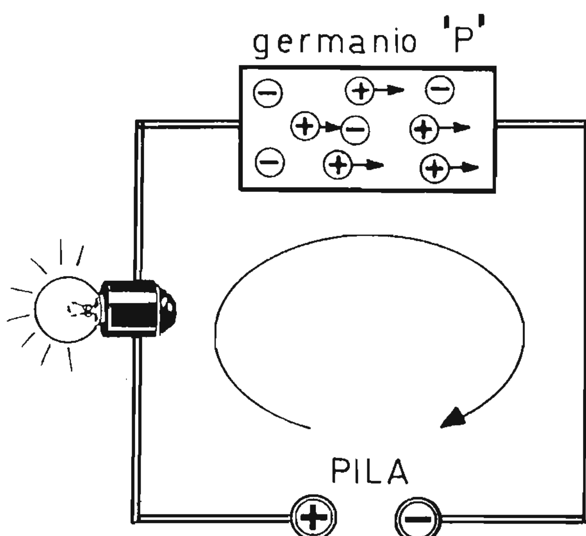
Cos'è un transistor

La parola « transistore » corre oggi sulla bocca di tutti, dei profani e di coloro che di radio se ne intendono.

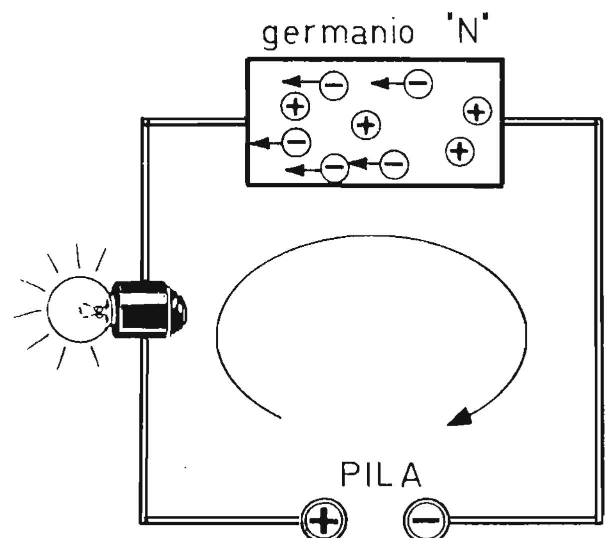
Generalmente si sa che il transistore è un componente dell'apparecchio radio che sostituisce, nell'elettronica moderna, la valvola termoionica e che permette di realizzare apparati di dimensioni molto ridotte. I tecnici sanno a che cosa serve il transistore, ne conoscono la tecnica di collegamento nei circuiti, sanno misurare tensioni e correnti sui terminali.

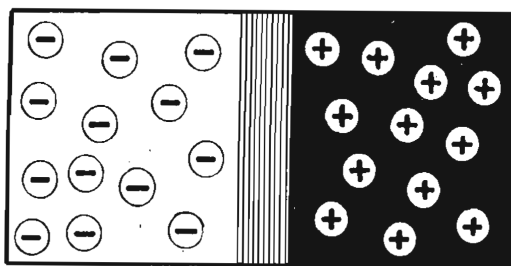
Non tutti, peraltro, conoscono la natura intima di un transistore, la sua costituzione interna, i fenomeni elettrici che in esso si manifestano. Sono concetti, questi, che non destano particolare interesse nella pratica applicazione di ogni giorno, ma che, tuttavia, chi si occupa di radio per diletto o professionalmente deve pur conoscere, per ridurre al minimo, nella propria mente, quell'insieme di misteri che ancor oggi sovrasta il mondo della radio.

Nel germanio P vi è una prevalenza di cariche positive che partecipano al processo di scorrimento della corrente elettrica generata da una pila.



Nel germanio N vi è una prevalenza di cariche negative che partecipano al processo di scorrimento della corrente elettrica generata da una pila.





Il diodo al germanio è ottenuto dall'unione di due cristalli di germanio di nome diverso. Fra i due cristalli si forma, spontaneamente, una barriera isolante priva di cariche elettriche.

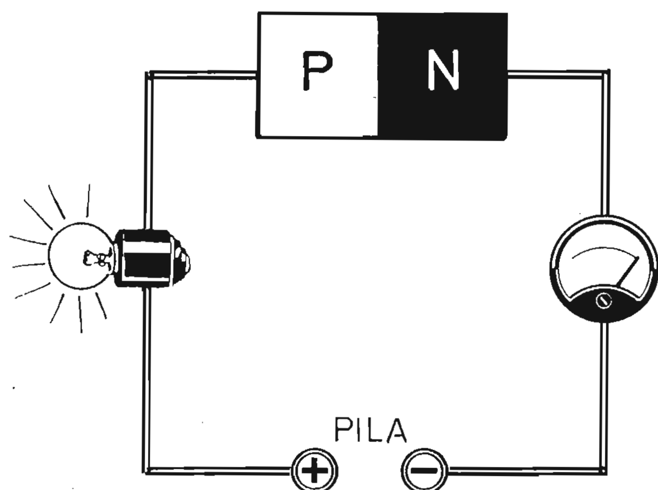
Cristallo di germanio

Ogni transistore è costituito da un corpo solido dal quale fuoriescono tre o quattro terminali, corrispondenti ad altrettanti elettrodi contenuti nel transistore stesso, così come avviene per le normali valvole elettroniche. Ma come sono fatti internamente gli elettrodi di un transistore? A quali fenomeni elettrici essi danno luogo? In che modo un transistore riesce ad amplificare un segnale radio? Lo vedremo ben presto, per ora occupiamoci di un particolare cristallo che, oggi, sta alla base dell'elettronica moderna: il cristallo di germanio. Il germanio, scoperto nel 1938, allo stato puro è un isolante. Soltanto se esso viene mescolato con altri elementi, diventa un « semiconduttore », cioè si lascia attraversare dalla corrente elettrica in un sol verso: in pratica la corrente elettrica fluisce bene in un verso, nel germanio impuro, mentre incontra una elevata resistenza nel verso opposto. In altre parole si può dire che il germanio impuro si comporta da conduttore, quando viene attraversato dalla corrente in un determinato verso, mentre si comporta da isolante quando viene attraversato dalla corrente nel verso opposto.

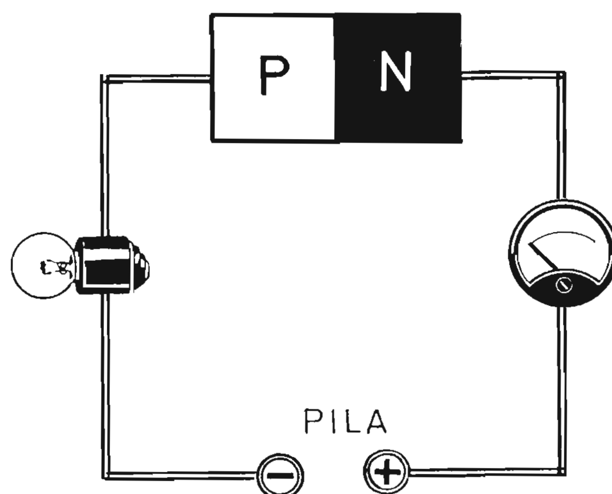
Ma questo concetto può non riuscir chiaro a tutti i lettori che desiderano una spiegazione più accurata e nello stesso tempo molto semplice. In realtà, si tratta qui di interpretare tecnicamente l'espressione « semiconduttore ». I semiconduttori sono quegli elementi che stanno fra i conduttori veri e propri e gli isolanti; in altre parole, i semiconduttori non sono nè conduttori nè isolanti, mentre lo sono un po' degli uni e un po' degli altri.

A questa categoria di elementi appartiene il germanio impuro, del quale se ne sono ottenute due qualità diverse: GERMANIO N e GERMANIO P.

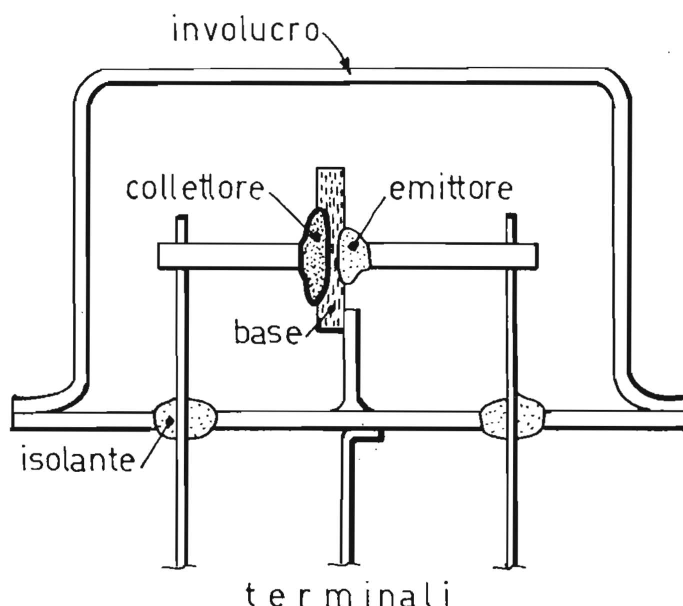
Il diodo al germanio si lascia attraversare dalla corrente elettrica soltanto in un determinato verso, quando il terminale positivo della pila è collegato con il cristallo di tipo P.



Le polarità della pila, inserita in questo circuito, risultano invertite rispetto al disegno riportato a sinistra. In questo caso la corrente non fluisce nel circuito e la lampada rimane spenta.



Vista in sezione di un transistor di moderna concezione. Il « cuore » del transistor è rappresentato dai piccoli cristalli di germanio, mentre il resto dello spazio interno all'involucro del componente è riservato ai vari supporti e ai conduttori relativi agli elettrodi.



Il germanio N risulta dall'aggiunta di parti di antimonio o arsenico al germanio puro; il germanio P risulta dall'aggiunta di parti di alluminio o indio al germanio puro secondo lo schema:

Germanio N =

Germanio puro + Antimonio o Arsenico

Germanio P =

Germanio puro + Alluminio o Indio

La denominazione di germanio N e germanio P discende dal fatto che nel primo vi è una prevalenza di cariche positive. In pratica, quando al germanio puro vengono aggiunte particelle di antimonio o arsenico, queste ultime hanno il potere di donare elettroni agli atomi di germanio trasformandoli in cariche elettriche negative, che si possono muovere liberamente e che conferiscono al cristallo una conduttività negativa.

Nel germanio P, le particelle di alluminio o indio esercitano il potere di « catturare » elettroni sottraendoli agli atomi di germanio che, in tal modo, divengono cariche elettriche positive; il cristallo assume così una conduttività positiva.

Diodo al germanio

Quando si uniscono tra di loro due pezzetti di germanio, uno di tipo P e uno di tipo N, si ottiene una giunzione PN, che in genere è conosciuta con il nome di DIODO AL GERMANIO. In pratica, quando si accostano tra di loro due pezzetti di germanio di nome diverso, P e N, si manifesta un particolare fenomeno: si verifica un momentaneo passaggio di elettroni dal germanio N al germanio P, che neutralizza soltanto le cariche che si trovano sulla superficie di contatto dei due cristalli. In questo modo la superficie di contatto, privata di cariche elettriche, si comporta come un isolante, che impedisce un ulteriore passaggio di elettroni dal germanio N a quello P. Il fenomeno può paragonarsi a quello che si manifesta tra le due armature di un condensatore, in cui le cariche elettriche non passano da un'armatura all'altra a causa dell'isolante interposto fra esse.

Dunque, il diodo al germanio è costituito da due pezzetti di cristallo di germanio di nome diverso: in uno (germanio P) vi sono cariche elettriche positive libere, nell'altro (germanio N) vi sono cariche elettriche negative libere; tra le due cariche vi è una barriera isolante, spontaneamente



Le proprietà di semiconduttore del diodo al germanio vengono sfruttate in radiotecnica per il processo di rivelazione dei segnali radio: in pratica vengono eliminate le semionde della medesima polarità.

formatasi all'atto della giunzione dei due tipi di cristallo di germanio.

Il diodo al germanio è caratterizzato da due terminali uscenti: quello connesso con il germanio positivo prende il nome di « anodo », mentre quello connesso con il germanio negativo prende il nome di « catodo ».

Polarizzazione diretta o indiretta

Supponiamo di inserire un diodo al germanio in un circuito costituito da una pila e da una lampadina; in pratica si possono effettuare due tipi di collegamento diversi: si può connettere il morsetto positivo della pila al germanio P e si può connettere il morsetto positivo della pila al germanio N. Il risultato pratico di queste connessioni è il seguente: in un caso fluisce corrente nel circuito e la lampadina si accende, nel secondo caso nessuna corrente finisce attraverso il circuito e la lampadina rimane spenta.

Si usa dire che nel primo circuito vi è « polarizzazione diretta », mentre nel secondo vi è « polarizzazione indiretta ». Ma, spieghiamoci meglio. Quando il diodo è polarizzato direttamente (anodo collegato con il morsetto positivo della pila) le cariche elettriche negative, presenti sul morsetto negativo della pila, respingono le cariche negative libere del germanio N (catodo) costringendole ad oltrepassare la zona neutra del diodo; le cariche elettriche positive libere, presenti nel germanio P, vengono respinte dalle cariche positive presenti sul morsetto positivo della pila, costringendole ad oltrepassare la barriera isolante esistente fra i due tipi di cristallo: si sviluppa così una corrente elettrica nell'intero circuito che accende la lampadina.

La spiegazione del fenomeno elettrico nel secondo esempio di connessione del diodo è altrettanto semplice: il morsetto positivo della pila attrae le cariche elettriche negative libere del germanio N, mentre il morsetto negativo della pila attrae le cariche elettriche positive libere del germanio P; i due cristalli si impoveriscono immediatamente di carica fino all'accettazione completa di qualsiasi movimento di cariche elettriche: la corrente non fluisce nel circuito e la lampadina rimane spenta.

Abbiamo analizzato finora il comportamento del diodo al germanio in un circuito a corrente continua. Quali sono i fenomeni elettrici che si manifestano quando il diodo viene inserito in un circuito a corrente alternata?

Diodo rivelatore

La corrente alternata si chiama così perchè assume dei valori positivi e negativi che si alternano secondo una determinata frequenza. Quando si applica una corrente alternata ad un diodo al germanio, si verifica un passaggio di corrente, attraverso il diodo stesso, solo quando dalla parte del germanio P è presente una semionda positiva della corrente alternata.

Ciò significa che attraverso il diodo al germanio passa soltanto una semionda e non un'onda intera ed il risultato è quello per cui la corrente alternata viene« rettificata » dal diodo al germanio.

Questo è il motivo principale per cui il diodo al germanio viene utilizzato nei circuiti rivelatori per rilevare i segnali di alta frequenza modulata.

Transistore

Il transitore altro non è che una sovrapposizione di tre pezzetti di cristallo di germanio, due dello stesso tipo ed uno di

tipo opposto. Si ha così la possibilità di costruire due tipi diversi di transistore: « il transistore PNP » e « il transistore NPN ».

Il transistore PNP è ottenuto con uno strato di germanio positivo, uno strato centrale negativo ed un terzo strato positivo. A ciascuno dei tre strati di cristallo è collegato un conduttore, che costituisce il terminale al quale va saldato il collegamento secondo lo schema elettrico di impiego del transistore.

Il transistore NPN è ottenuto mediante uno strato di germanio negativo, uno strato centrale positivo ed uno strato negativo.

I tre terminali del transistore (esistono speciali transistori provvisti di quattro terminali) prendono il nome di EMITTORE, BASE, COLLETTORE.

Se si volesse paragonare il transistore alla valvola elettronica a tre elettrodi risulterebbe così:

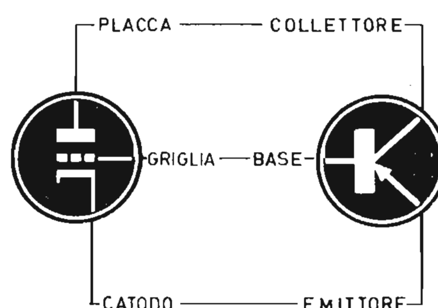
EMITTORE = CATODO
BASE = GRIGLIA
COLLETTORE = PLACCA

La prima differenza sostanziale che intercorre fra il transistore e la valvola triodo è la seguente: i transistori possono essere a conduttività positiva (PNP), e a conduttività negativa (NPN), mentre la valvola è a conduttività negativa soltanto; gli elettroni, infatti, vengono sempre emessi dal catodo e attratti dalla placca e per tale ragione alla placca della valvola viene sempre applicata la tensione positiva, mentre sul collettore del transistore, paragonabile alla placca della valvola, si è in presenza di conduttività positiva o negativa a seconda della disposizione degli strati dei cristalli N e P. Quando si tratta di un transistore di tipo NPN, il collegamento avviene come nel caso della valvola. Quando si tratta di un transistore di tipo PNP, il collegamento risulta inverso e cioè: l'emittore va collegato al morsetto positivo della pila e il collettore al morsetto negativo della stessa. Il funzionamento del transistore PNP e quello di un transistore NPN sono identici.

Amplificazione

Mentre la giunzione di due cristalli di germanio (diodo) serve per raddrizzare le correnti alternate (rivelazione dei segnali radio), la giunzione di tre cristalli di germanio (transistore) serve per amplificare i segnali radio. In pratica il transistore adempie alle stesse funzioni della valvola elettronica a tre elettrodi e cioè del diodo.

Consideriamo un transistore del tipo NPN e colleghiamo fra il collettore e l'emittore una pila da 9 V con il morsetto



Il transistor, pur essendo completamente diverso dalla valvola elettronica, trova una certa corrispondenza con questa: il transistor può essere paragonato alla valvola triodo.



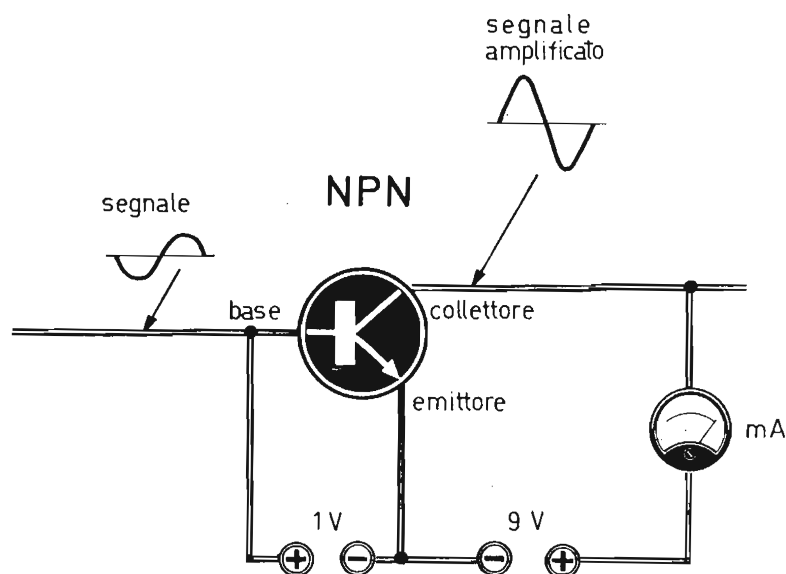
Il transistor è un componente elettronico che scaturisce dalla unione di tre pezzetti di cristallo di germanio.

Le composizioni dei cristalli danno luogo ai due tipi fondamentali di transistors: PNP (in alto) ed NPN (a destra).

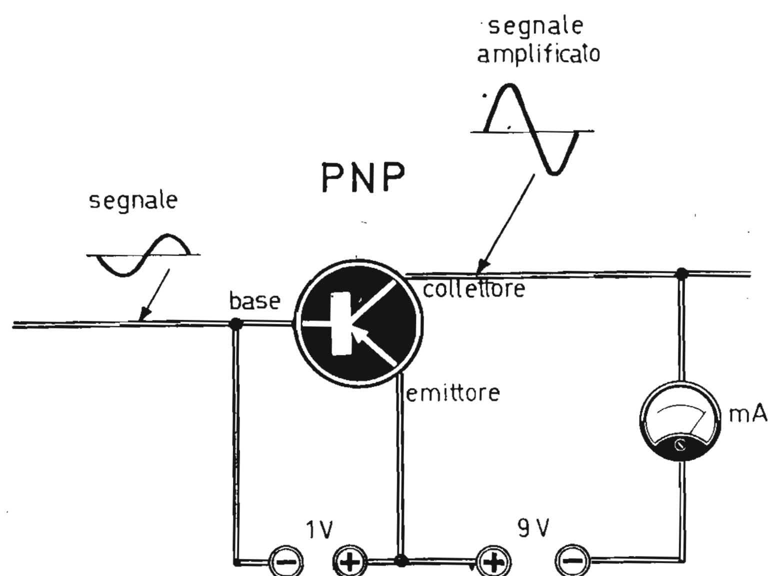


positivo collegato al collettore: nessun passaggio di corrente viene segnalato dal milliamperometro posto in serie al circuito. Se colleghiamo una pila da 1 V fra base e l'emittore con il morsetto positivo collegato alla base, lo strumento segnala un sensibile passaggio di corrente. Spieghiamo subito il motivo di tale fenomeno.

La parte del transistore costituita dalla base e dall'emittore rappresenta un diodo che, essendo collegato in senso diretto rispetto alla pila da 1 V, si lascia attraversare dalla corrente. Ma, quando gli elettroni pervengono alla base del transistore essi vengono attratti in minima parte dal morsetto positivo della pila da 1 V. Gli elettroni risentono di una maggiore attrazione dovuta al morsetto positivo della pila da 9 V. Il risultato è che la debole corrente determinata dalla pila da 1 volt tra emittore e base provoca una maggiore corrente tra collettore ed emittore. Da questa semplice spiegazione è facile comprendere come con il transistore sia possibile amplificare una debole corrente che fluisce tra base ed emittore. Infatti se in questo stesso circuito, in aggiunta alla pila da 1 V, si introduce un segnale radio, questo

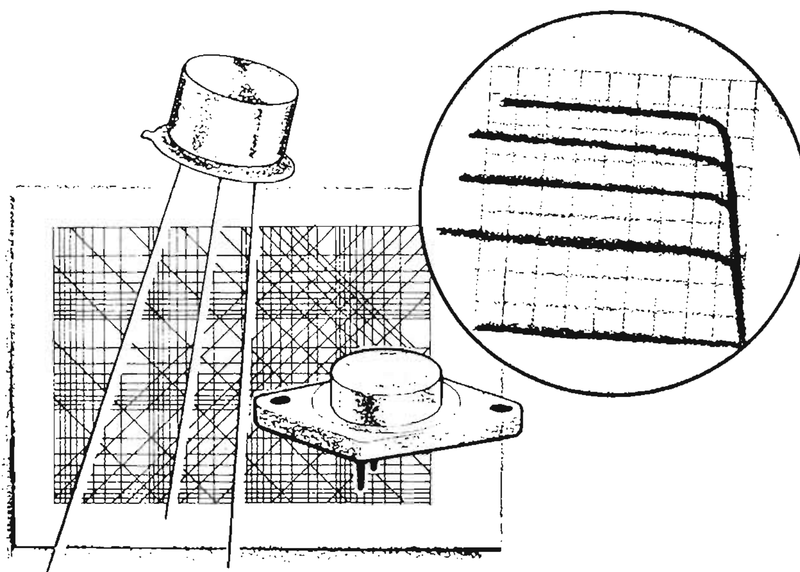


Lo schema elettrico rappresentato in figura indica l'esatto impiego di un transistor di tipo NPN in qualità di amplificatore dei segnali radio.



Lo schema elettrico rappresentato in figura indica l'esatto impiego di un transistor di tipo PNP in qualità di amplificatore dei segnali radio.

Come avviene per le valvole elettroniche, anche per il transistor lo studio del suo comportamento nei circuiti radioelettrici si semplifica attraverso curve e diagrammi cartesiani.



stesso segnale lo si ritrova notevolmente amplificato nel circuito collettore-emittore.

Queste considerazioni, valide per il transistore di tipo NPN, si estendono anche ai transistori di tipo PNP.

Tecnologia dei transistori

In commercio, oggi, esiste una grande varietà di tipi di transistori, aventi forme diverse; ciascuno di essi ha le sue particolari caratteristiche ed è costituito con un certo procedimento che fa impiego di materiali diversi. E' ovvio che il progresso tecnico attuale porterà ad un aumento ulteriore dei tipi di transistori, che le varie industrie producono oggi, nel prossimo futuro.

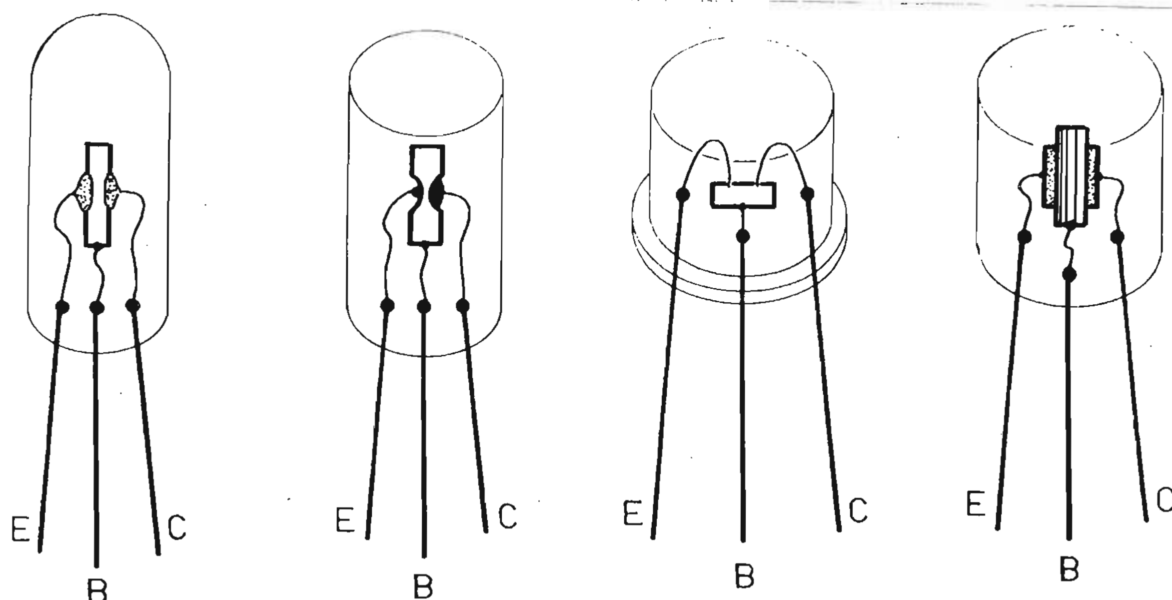
I tipi di transistori più noti sono quelli « a giunzione », a contatti puntiformi », « a barriera », « drift », « unigiunzione », ecc.

Consideriamo, per primo, il « transistore con giunzione a lega ». La costruzione di un tale tipo di transistore prende inizio dalla fusione del germanio puro al quale, conservando la temperatura di fusione, viene aggiunta una piccola quantità di impurità. Il tipo di impurità aggiunto varia a seconda che si voglia costruire un semiconduttore di tipo N o di tipo P. Nel semiconduttore, più precisamente sulle sue facce opposte, si aggiungono due quantità di impurità che, riscaldano il semiconduttore, fanno lega con esso e costituiscono, a lavoro ultimato, l'emittore e il collettore. La distanza fra questi due elettrodi è di circa 0,01 mm. Il blocchetto di materiale di tipo N, che rappresenta la base del transistore, è molto sottile. I terminali vengono saldati nei punti appropriati, prima di incapsulare il cristallo nell'involucro.

E' ovvio che tale metodo di costruzione è applicabile sia ai transistori di tipo pnp come a quelli di tipo npn.

« Il transistore a barriera di superficie » viene prodotto, industrialmente, con un procedimento analogo a quello dei transistori a giunzione a lega. Le due insenature, nel semiconduttore che costituisce la base, vengono ottenute con un processo elettrochimico, in modo che la distanza che intercorre tra di esse sia di qualche centesimo di millimetro. Su ambedue le insenature viene depositata una particella di indio, quindi si applicano i terminali e si incapsula il blocchetto.

Un altro tipo di transistore è quello « a contatti puntiformi ». In questo tipo di transistore si fa in modo che le punte di alcuni fili conduttori tocchino la superficie di un blocchetto di cristallo di tipo N e si fa passare corrente attraverso i conduttori stessi. L'accorgimento più importante è quello che i fili risultino molto vicini tra loro. Una volta realizzato il complesso, si fanno circolare le correnti attraverso ciascuno dei contatti puntiformi,



Vista in sezione, schematizzata, di quattro tipi fondamentali di transistors. Nell'ordine, da sinistra a destra: transistor con giunzione a lega; transistor a barriera di superficie; transistor a contatti puntiformi; transistor di tipo drift.

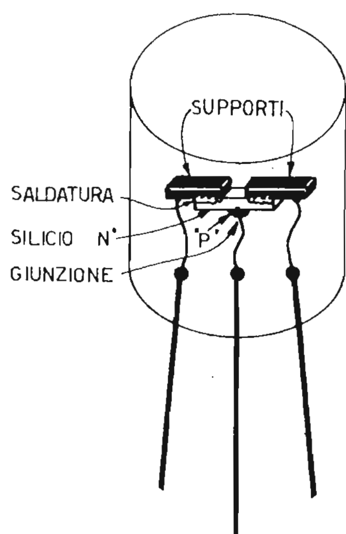
in modo da creare la formazione di germanio di tipo P in ciascuna zona di contatto.

La produzione industriale di questo tipo di transistore è ormai superata da tempo ed essa viene riservata soltanto alla costruzione dei diodi a contatti puntiformi. Occorre ricordare, peraltro, che in questo tipo di diodo viene utilizzato un solo contatto puntiforme e il cristallo su cui appoggia il filo può essere di tipo P o di tipo N.

« Transistori di tipo drift ». I transistori fin qui esaminati non sono adatti per condurre correnti a frequenza elevata e ciò per due principali motivi:

1) « Capacità interelettrodica nella giunzione del collettore ».
2) « Tempo di transito nella base ».

Come avviene per le valvole, anche nei transistori si formano spontaneamente delle capacità interelettrodiche, che ostacolano il passaggio delle correnti ad alta frequenza. Nelle valvole elettroniche il problema è stato risolto, almeno in parte, con l'aggiunta della griglia schermo. Per i transistori il problema si risolve con la costruzione dei transistori di tipo drift. La riduzione del tempo di transito delle correnti attraverso la base, che non può seguire, istante per istante, le variazioni di un segnale di frequenza molto alta, si ottiene mediante la formazione di un campo, internamente alla base, che facilita direttamente il passaggio di elettroni o delle lacune. Questo campo viene ottenuto facendo variare la conduttività della base del transistore, in modo che essa risulti elevata in prossimità dell'emittore e risulti bassa in prossimità del collettore. A tale scopo si arriva, industrialmente, regolando la distribuzione di impurità sulla base del transistore. In vicinanza dell'emittore vi è una maggiore concentrazione di impurità, mentre essa è minima in prossimità del collettore. In tal modo la densità di elettroni o di lacune è maggiore nella zona in cui è maggiore la conduttività. Gli elettroni tendono ad allontanarsi dalla regione di alta concentrazione ed il risultato è quello degli atomi che risultano privati di elettroni. Le cariche positive del campo elettrico trattengono i rima-



Vista in sezione di un transistor unigiunzione, chiamato anche diodo a doppia base. Si riconoscono i suoi tre elettrodi: prima base (a sinistra), emittore (al centro), seconda base (a destra).

nenti elettroni in prossimità della base dalla parte dell'emittore, mentre le lacune iniettate nell'emittore, vengono accelerate dal campo elettrico verso il collettore.

« Transistor unigiunzione ». Il transistor unigiunzione è costituito da una sbarretta di silicio N ad elevata resistività, munita alle estremità di supporti non raddrizzatori, chiamati Base 1 (B 1) e base 2 (B 2); un terzo contatto raddrizzatore (giunzione PN) è chiamato emittore (E) ed è situato in prossimità di B 2, cioè si trova più prossimo a B 2 e maggiormente distanziato da B 1, come si nota in figura.

Per studiare il funzionamento di un transistor unigiunzione, chiamato anche diodo a doppia base, conviene decomporre il transistor negli elementi semplici e ben noti che concorrono alla sua formazione.

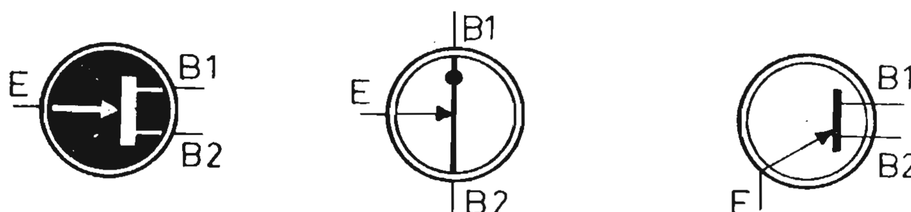
Esaminiamo lo schema elettrico di figura. Il diodo D rappresenta la giunzione PN, mentre le resistenze R 1 ed R 2 rappresentano la sbarretta di silicio N, dalla parte della giunzione e dall'altra parte.

Supponiamo che il punto B 2 interrompa il circuito, cioè supponiamo che in B 2 non vi sia connessione, in modo che la corrente fra il punto B 2 e la pila di alimentazione del circuito risulti nulla. Se si applica al circuito una tensione continua VE, nel senso di conduzione del diodo D, fra il diodo D e il punto B 1, la corrente IE sarà quella di un diodo comune, rappresentata dalla linea tratteggiata sul diagramma di figura.

Supponiamo ora di ricollegare il circuito nel punto di interruzione denominato B 2 ed applichiamo, fra B 1 e B 2, una tensione continua VBB. Si può constatare che la precedente curva rappresentata con tratteggio in figura è divenuta quella a tratto pieno.

In pratica, quando la tensione VE è nulla, il diodo rimane bloccato, perchè il punto A è positivo rispetto a B 1 (poichè R 1 ed R 2 costituiscono un divisore di tensione rispetto alla sorgente di energia VBB). La corrente inversa del diodo (— IE) è dell'ordine di alcuni microampère. Per sbloccare il diodo, occorre che la tensione VE sia superiore a V (punto M di figura). Quando il diodo è sbloccato, le cariche

Simboli elettrici comunemente usati per indicare il transistor unigiunzione. La direzione della freccia sta ad indicare che la sbarretta di silicio è di tipo N. Nel caso in cui la base sia di tipo P, le frecce risultano orientate in senso contrario.



positive (« fori ») del silicio P (vedi figura), che attraversano la giunzione, si dirigono, attraverso R 1 e B 1, verso il morsetto negativo della pila che eroga la tensione VE. Durante questo tempo, le cariche negative (elettroni) del silicio di tipo N, si dirigono da B 1 verso B 2, sotto la attrazione della tensione positiva della sorgente di energia VBB. Strada facendo, questi elettroni incontrano nuovamente i « fori » in R 1 e li annullano: ne risulta una diminuzione di corrente in R 1, e così pure una riduzione della tensione V. Tutto avviene come se la resistenza R 1 fosse notevolmente diminuita di valore. Mentre la tensione V diminuisce, la tensione VE — V (che fa circolare la corrente IE) aumenta. Dunque la corrente IE aumenta e ciò fa ancora diminuire la tensione V: il fenomeno è cumulativo.

Se si conserva il valore costante della tensione VE (per esempio per mezzo di una pila come indicato in figura), la corrente IE assume immediatamente un valore elevatissimo, che distruggerebbe il transistor. Occorre dunque utilizzare per VE una sorgente a resistenza interna elevatissima, cioè una sorgente di corrente costante. Si può allora tracciare la curva a tratto pieno rappresentata in figura.

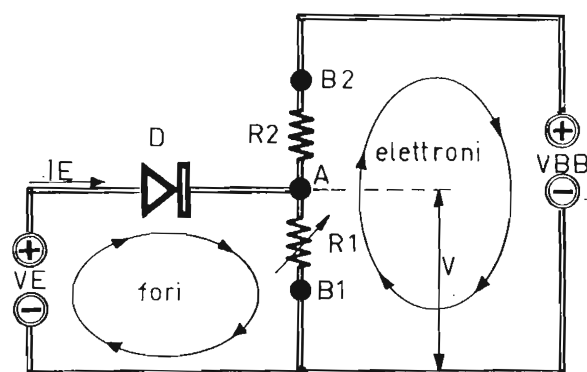
La curva rappresentata in figura assomiglia a quella di un diodo tunnel, nella quale siano stati permutati tra loro gli assi delle coordinate.

Esaminando la curva si nota che la corrente IE diminuisce quando la tensione VE aumenta fra un picco e un avvallamento della curva: esiste dunque una zona di resistenza dinamica negativa (fra il diodo D e B 1); il tratto di resistenza dinamica negativa viene usato, in pratica, per la realizzazione di circuiti oscillatori.

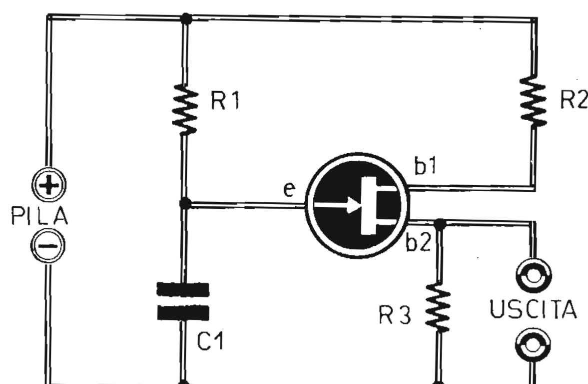
Al di là dell'avvallamento inizia la zona di saturazione: la caduta di tensione in R 1 è risentita dalla tensione dovuta alla sorgente VBB, in modo tale che la resistenza di entrata ridiviene positiva.

Le principali caratteristiche di un transistor unigiunzione, per IE = O sono:

1) **Il rapporto intrinseco (del divisore di tensione): $\frac{R\,1}{R\,1 + R\,2}$ (aggirantesi fra 0,5 e 0,7).**
2) **La resistenza interbase: R 1 + R 2 (fra 5 e 8.000 ohm).**
3) **La tensione inversa massima dell'emittore (30 - 60 V).**
4) **La resistenza massima interbase: VBB max. = 35 - 50 V.**
5) **Le tensioni e le correnti di picco e di avvallamento.**
6) **La corrente massima di emittore: 50 mA in media, 2 A. di picco.**



Circuito elettrico equivalente al circuito interno di un transistor unigiunzione. Fra i terminali di entrata appare una resistenza dinamica negativa, che viene utilizzata nelle applicazioni pratiche.



Esempio di circuito di oscillatore a rilassamento. Componenti R 1 = 5 — 100.000 ohm; R 2 = 100 ohm; R 3 = 25 ohm; C 1 = 100.000 pF; pila = 12-30 V.

7) La temperatura di funzionamento: da — 65° a + 140°.

Le caratteristiche dei transistori unigiunzione sono particolarmente stabili ed il loro prezzo è relativamente basso; sono questi i motivi per cui i diodi a doppia base vengono utilizzati in un grande numero di pratiche applicazioni.

Fra le molte applicazioni pratiche che si possono ottenere con i transistor unigiunzione, si possono citare tutti i tipi di oscillatori a rilassamento: multivibratori, flip-flop, generatori di impulsi, di denti di sega, ecc. Questi funzionano fino a 0,5 e 1 mHz circa.

Ricordiamo ancora gli amplificatori di impulsi, i modulatori, i circuiti temporizzatori, i rivelatori di correnti deboli, gli indicatori di temperatura, i rivelatori di picchi di tensione, i divisori di frequenza, i convertitori numerico-analogici, ecc.

La potenza necessaria per far funzionare un transistor unigiunzione è inferiore a quella richiesta da un thyratron al silicio. Per tale motivo il transistor unigiunzione è spesso utilizzato per pilotare quest'ultimo tipo di transistor, in numerosissimi circuiti per uso industriale.

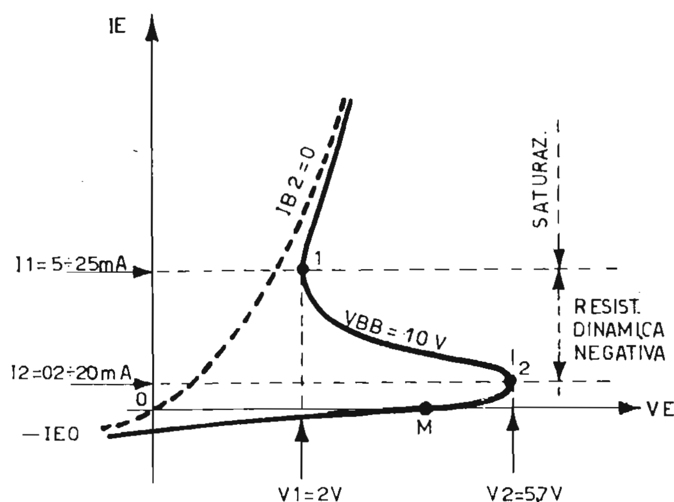
In generale si può dire che ancor oggi il transistor unigiunzione non sia largamente usato, anche perchè poco conosciuto, mentre esso può rendere grandi servizi in tutti i settori dell'elettronica.

Pratica del transistor

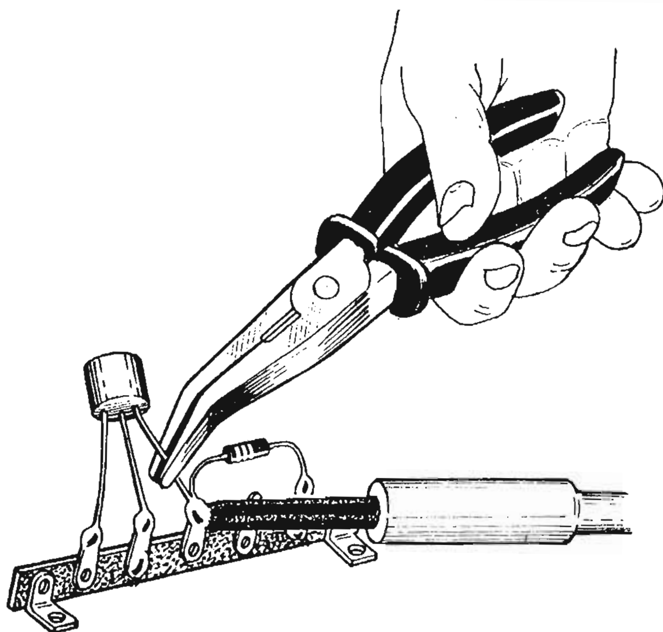
Il transistor, come ogni altro componente elettronico, richiede talune precauzioni, da parte del tecnico, durante l'uso. Visto sotto il profilo della... fragilità o della... incolumità, il transistor presenta alcuni vantaggi ed anche certi svantaggi rispetto alla valvola elettronica. Ad esempio, quando la valvola elettronica cade per terra, molto spesso essa si rompe: il transistor no, perchè il transistor è più compatto, più rigido e presenta una massa complessiva inferiore a quella di una normale valvola elettronica. Dunque, sotto il profilo meccanico, il transistor è molto più robusto della valvola elettronica e può essere sottoposto a sollecitazioni meccaniche alle quali le valvole elettroniche non resisterebbero.

Ma ciò non significa che il transistor debba considerarsi come una palla da biliardo, da sottoporsi continuamente ad urti e colpi; anche un transistor è un componente che costa quattrini e non vi è alcun motivo che autorizzi il tecnico, sia esso dilettante o professionista, a maltrattarlo. Ma se gli urti non sono nemici del transistor, esistono pur altri elementi dai quali il transistore deve essere assolutamente protetto: la temperatura eccessiva, il sovraccarico elettrico, l'errato collegamento al circuito, l'errata polarità di alimentazione, ecc.

Occorre, dunque, che il tecnico tenga



Curve caratteristiche del circuito di entrata di un transistor unigiunzione. Quando la corrente IB 2 = O, si ritrova la curva (tratteggiata) classica di un diodo. La curva del transistor unigiunzione è a tratto pieno e presenta una zona di resistenza dinamica negativa.



La tecnica della saldatura degli elettrodi dei transistors impone sempre un sistema di dispersione del calore. Il più comune tra questi consiste nello stringere gli elettrodi fra i becchi di una pinza metallica.

L'uso della lametta da barba, per la pulizia dei terminali dei transistors e di ogni altro componente elettronico, può essere utile e dannoso nello stesso tempo, perchè si può rischiare di tranciare il conduttore o, comunque, di indebolirlo eccessivamente.

presente in ogni caso un certo numero di regole dalle quali non è possibile derogare; l'applicazione costante, iniziale, di queste regole, diverrà in seguito, con l'esercizio pratico, istintiva e abituale, così come avviene per l'uso delle valvole elettroniche o di altri componenti radioelettrici.

Il problema della temperatura

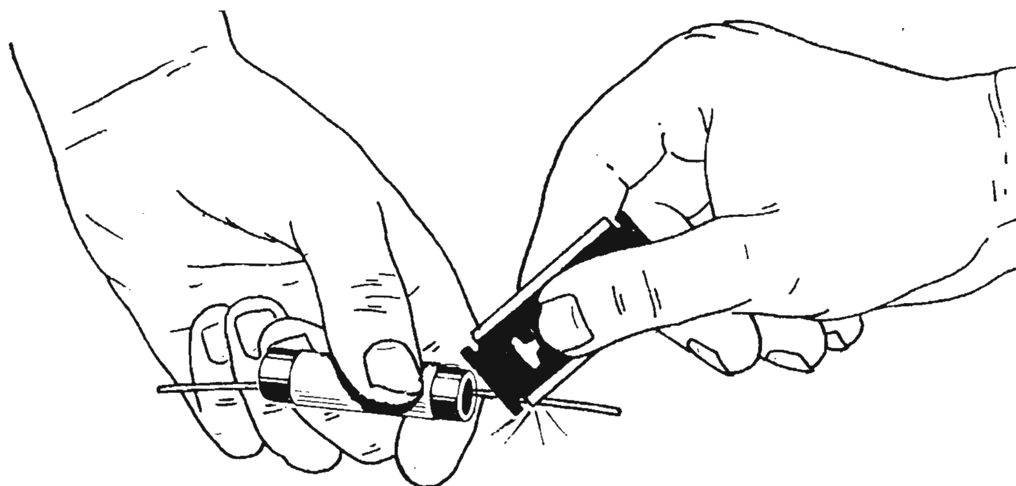
La temperatura eccessiva, sia che essa si sviluppi internamente al corpo del transistore, oppure esternamente ad esso, può essere causa di malanni; essa può danneggiare definitivamente il transistor, oppure può alterarne le caratteristiche elettriche.

L'aumento di temperatura nel corpo del transistor può essere determinato da cause meccaniche esterne e da cause elettriche.

Tra le cause esterne ricordiamo la saldatura non eseguita secondo le regole normali e la temperatura ambiente più alta del normale. Tra le cause elettriche ricordiamo le errate tensioni applicate agli elettrodi del transistor stesso.

Quando si applica un transistor in un circuito, bisogna fare in modo che esso rimanga lontano da parti e componenti soggette a riscaldamento eccessivo (valvole elettroniche, resistenze di dissipazione, trasformatori, ecc.).

Per evitare che il calore generato dal saldatore danneggi il transistor durante le operazioni di saldatura dei terminali al

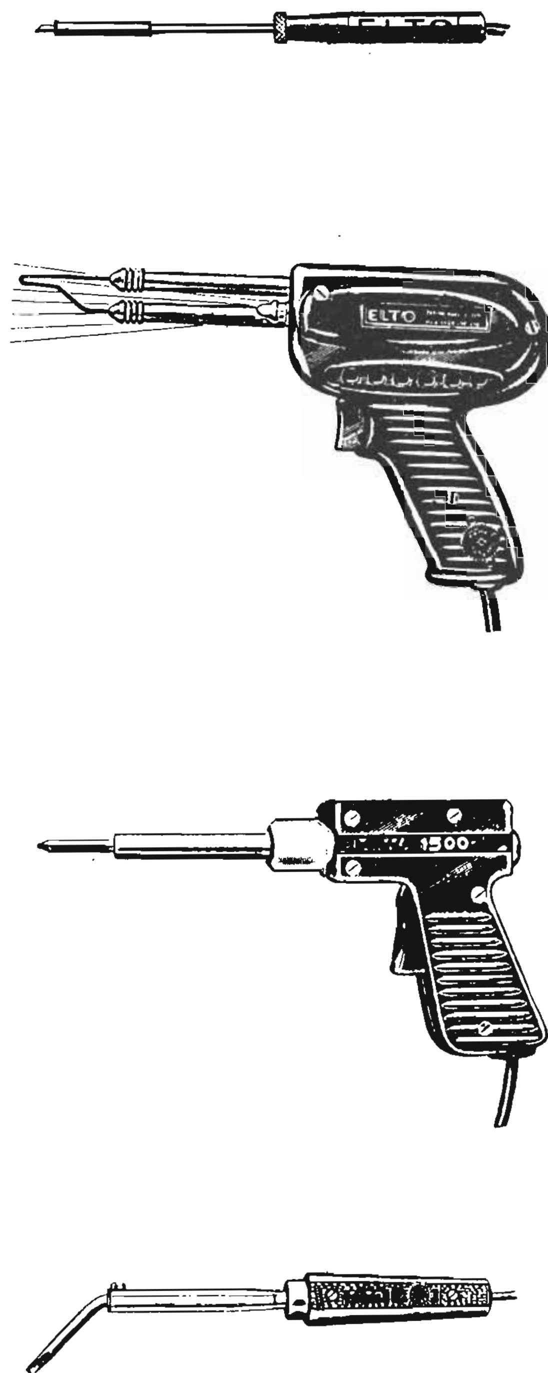


circuito, occorre operare il più velocemente possibile, facendo impiego di un saldatore ben caldo, la cui punta sia sottile, priva di ossido e ricoperta di stagno. I terminali dei transistor, quando essi vengono direttamente collegati al circuito, e cioè quando non si fa impiego di zoccolo portatransistor, devono essere lasciati con la massima lunghezza possibile e devono essere protetti con tubetti isolanti, allo scopo di evitare contatti interelettrodici e con altri componenti il circuito. Quando si scalda un terminale di un transistor occorre sempre pensare a risolvere il problema della dispersione del calore, stringendo il terminale tra i becchi di una pinza metallica; operando in questa maniera il calore non raggiunge il transistor perchè viene disperso nella massa metallica della pinza.

E' buona regola, prima di effettuare la saldatura, pulire accuratamente la parte del terminale in cui si effettua la saldatura, raschiando il terminale stesso con la lama di un temperino o con una lama da barba, in modo da eliminare la parte di ossido che si forma spontaneamente sugli elettrodi, e in modo da essere certi che la saldatura, pur eseguita rapidamente, risulterà perfetta e stabile.

Talvolta una delle cause che mettono fuori uso definitivamente un transistor è dovuta a perdite elettriche del saldatore, nella cui punta è presente la tensione di rete; il saldatore più sicuro, in questo caso, è il tipo ad induzione; tuttavia anche i saldatori normali possono utilmente essere impiegati nella tecnica dei transistor, purchè si abbia l'avvertenza di interporre, tra la spina del saldatore e la presa di rete, un trasformatore con rapporto 1 : 1.

Una massima importante, da tener sempre ben presente da chi progetta circuiti transistorizzati, è quella di evitare di far funzionare il transistor nelle condizioni di massima dissipazione, quando la temperatura ambiente è piuttosto elevata. Ad esempio, se il transistor è destinato a funzionare con una temperatura ambiente di oltre 25°, la potenza dissipata deve essere



Le figure illustrano quattro tipi diversi di saldatori usati comunemente nei lavori di montaggio e riparazione degli apparati a circuito transistorizzato. Le loro principali caratteristiche sono: punta sottile e una potenza elettrica relativamente bassa.

adeguatamente ridotta, e non deve assolutamente superare il valore indicato nei dati tecnici elencati dalla casa costruttrice.

Impulsi di tensione di corrente

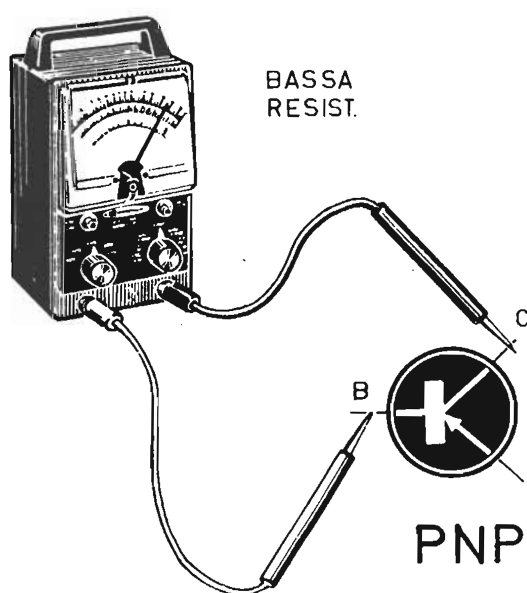
Gli impulsi di tensione e di corrente possono essere cause di danneggiamento dei transistori. Chi progetta un circuito transistorizzato e chi monta un apparato a transistors, farà sempre bene a mantenere la tensione di alimentazione al di sotto dei valori normali, collegando, in serie all'alimentatore, un reostato atto a provocare caduta di potenziale e dissipazione elettrica.

La tensione normale di alimentazione potrà essere applicata soltanto quando ci si sarà accertati che sugli elettrodi dei transistors non sono presenti fenomeni transistors di tensioni e correnti.

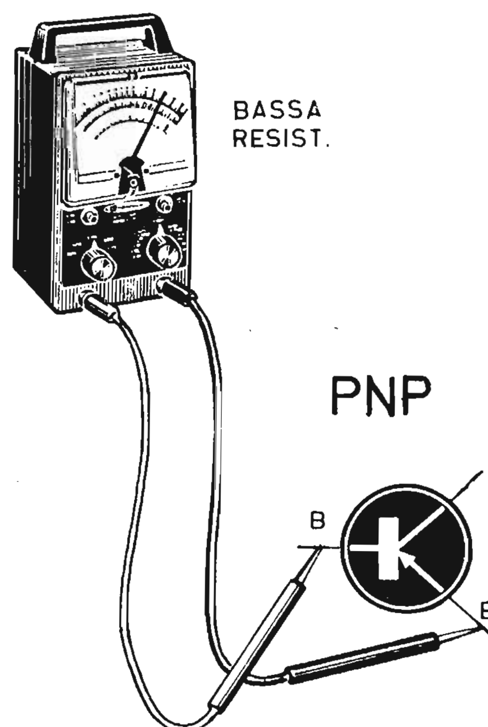
Chi ripara un apparato a transistors di tipo commerciale dovrà evitare di staccare dal circuito uno o più transistori, mentre l'intero circuito è sottoposto alla tensione di alimentazione; quando si vuol provare il transistor, oppure quando lo si deve sostituire, occorre sempre « aprire » il circuito di alimentazione, allo scopo di evitare che per l'eliminazione di uno o più transistors dal circuito, la tensione di alimentazione si riversi completamente in una sola parte del circuito.

Controllo della polarità

I transistori si dividono in due categorie fondamentali: transistori di tipo pnp e transistori di tipo npn. I due tipi di transistori richiedono, per il loro funzionamento, due diverse polarità di tensione di alimentazione; se tale tensione viene invertita, si è certi che il transistor viene danneggiato in maniera definitiva. Prima di



Applicando il puntale positivo dell'ohmmetro sulla base del transistor e il puntale negativo sul collettore, lo strumento dovrà segnalare un valore basso di resistenza se il transistor è di tipo PNP.



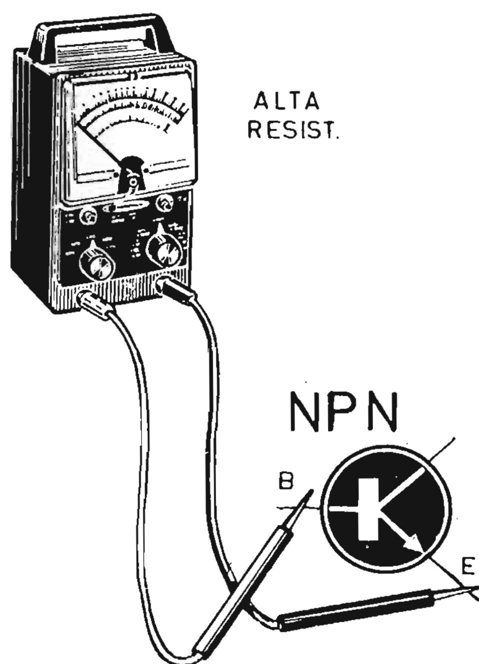
Applicando il puntale positivo dell'ohmmetro sulla base e quello negativo sull'emittore, lo strumento dovrà segnalare un basso valore di resistenza se il transistor in esame è di tipo PNP.

eseguire i collegamenti di un transistor, bisogna sempre controllare se esso è di tipo pnp o npn, in modo da poter decidere, con la massima precisione, la polarità delle tensioni da applicare ai suoi elettrodi. I transistors, a seconda del loro tipo vengono applicati in un determinato modo al circuito in cui essi sono destinati a funzionare, ed anche l'alimentatore deve essere applicato al circuito in una precisa maniera.

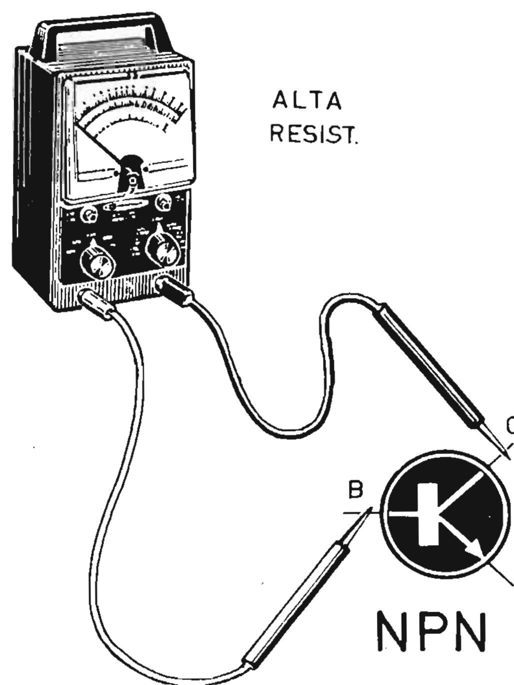
Esiste un metodo rapido e semplice per distinguere un transistore di tipo pnp da uno di tipo npn, quando dal loro involucro siano scomparse le sigle di riconoscimento. Tale metodo richiede l'uso del solo ohmmetro. E' necessario che l'ohmmetro sia equipaggiato con una pila da 1,5 volt, in quanto una tensione superiore potrebbe danneggiare il rendimento del transistor in prova. Il controllo consiste nel misurare la resistenza fra la base del transistor e gli altri due elettrodi: emittore e collettore. Se il transistor è di tipo pnp, collegando il terminale positivo dell'ohmmetro alla base e quello negativo prima in uno e poi nell'altro elettrodo del transistor, si dovrà rilevare un basso valore di resistenza. Se invece si collega il negativo dell'ohmmetro alla base e il positivo ai due elettrodi, l'indice dello strumento dovrà segnalare una resistenza elevata. Se il transistor è di tipo npn, collegando il positivo dello strumento alla base del transistor ed il negativo prima in uno e poi nell'altro elettrodo del transistor, l'indice dello strumento dovrà segnalare una resistenza elevata. Se invece si collega il negativo dell'ohmmetro alla base e il positivo agli altri due elettrodi del transistor, l'indice dello strumento dovrà segnalare una bassa resistenza.

Impiego dei transistors di potenza

I transistors di potenza dissipano po-

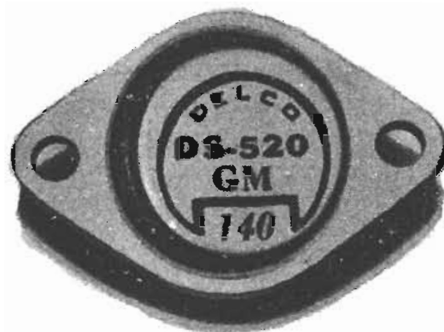


Applicando il puntale positivo dell'ohmmetro sulla base del transistor e quello negativo sull'emittore, lo strumento dovrà segnalare un valore elevato di resistenza se il transistor è di tipo NPN.



Applicando il puntale positivo dell'ohmmetro sulla base del transistor e quello negativo sul collettore, lo strumento dovrà segnalare un valore elevato di resistenza se il transistor è di tipo NPN.

tenze elettriche dell'ordine dei watt, mentre gli altri transistors dissipano potenze elettriche dell'ordine dei milliwatt. Nei primi, dunque, viene generato calore, che può raggiungere valori notevoli. Quasi tutti i transistors di potenza, oggi esistenti in commercio, sono costruiti in modo da favorire la dispersione del calore; molto spesso, tuttavia, la configurazione esterna del transistor non basta per garantire una corretta e continua dispersione di calore; in questi casi il tecnico deve provvedere da sè per favorire un tale processo di raffreddamento. Prima di esaminare, tuttavia, i vari sistemi più o meno adatti e più o meno efficienti, atti a disperdere il calore prodotto dai transistors, occorre possedere idee chiare sull'argomento, specialmente per quel che riguarda il processo di trasmissione del calore, e senza confondere questa entità fisica con l'altra, pure importante, che è la temperatura.





Molto spesso capita che il profano confonda tra loro i due termini di temperatura e calore, anche se essi esprimono due concetti profondamente diversi.

La temperatura sta ad indicare uno stato fisico particolare dei corpi, mentre il calore esprime una quantità. Facciamo un esempio; un ago posto sopra la fiamma di una candela diviene rapidamente incandescente; il risultato di tale operazione è il seguente: la temperatura dell'ago ha raggiunto valori altissimi, mentre la quantità di calore da esso assorbita è modesta. L'acqua contenuta in una vasca da bagno e pronta per prendere il bagno ha raggiunto una temperatura modesta ma ha assorbito, durante il processo di riscaldamento, una enorme quantità di calore. Questi due esempi danno già un'idea chiara sulla differenza tra i due termini calore e temperatura. Se volessimo esprimerci con la terminologia fisica, dovremmo dire che la temperatura ed il calore trovano preciso riferimento con i moti di agitazione termica molecolare. Il calore, in tal caso, esprime la somma totale delle velocità di movimento delle molecole contenute in un corpo, mentre la temperatura misura la velocità media di un movimento di una sola molecola.

Il calore, dunque, è energia meccanica valutata quantitativamente, mentre la temperatura rappresenta una valutazione particolare di tale energia. Come ogni altra forma di energia, anche il calore subisce trasformazioni e di tali trasformazioni sono molti gli esempi che la vita di ogni giorno ci offre; il calore nelle centrali termoelettriche genera energia elettrica, nelle locomotive a vapore produce movimento, ecc. Ma quel che importa, nell'ambito della presente trattazione, è la conoscenza dei diversi processi di trasmissione della energia termica, cioè del calore, che occorre conoscere, se si vuol difendere opportunamente il transistor da questo suo naturale nemico.

Il calore si trasmette secondo tre diversi processi: per conduzione, per convezione e per irraggiamento. E per chiarire il significato di questi tre diversi processi di trasmissione del calore servono, meglio di talune spiegazioni fisiche, alcuni esempi.

Si ha trasmissione di calore per condu-

zione, quando non v'è alcun movimento apparente di materia; il calore che arriva alla punta del saldatoio, dalla resistenza riscaldante, si trasmette lungo il rame secondo un processo di conduzione; il ferro da stiro si riscalda per conduzione.

Si ha trasmissione di calore per convezione, quando il processo è interessato da un movimento di particelle materiali. Dentro le nostre case, ad esempio, l'aria viene riscaldata dai caloriferi per convezione; l'acqua contenuta in una pentola posta sopra il fuoco si riscalda per convezione; in entrambi questi due esempi le molecole dell'aria e quelle dell'acqua si muovono e fungono da veicoli del calore, perchè lo trasportano lontano dalla sorgente termica. In questi due primi processi di trasmissione del calore interviene la materia: essa costituisce il mezzo di trasporto del calore.

Si ha trasmissione di calore per irraggiamento, quando tra la sorgente termica ed il corpo che si riscalda non è interposto alcun mezzo materiale; l'esempio più naturale, in questo caso, è quello del sole, che riscalda la nostra terra attraverso gli spazi assolutamente privi di materia.

I processi di trasmissione del calore, che interessano i transistors, sono i primi due: conduzione e convezione. Il processo di conduzione si sviluppa attraverso la massa del transistor e quella di eventuali corpi metallici ad esso collegati. Il processo di convezione, invece, ha come mezzo di trasporto l'aria, cioè le sue molecole. Sfruttando questi due processi si raggiunge la soluzione di un importante problema: quello del raffreddamento dei transistori.

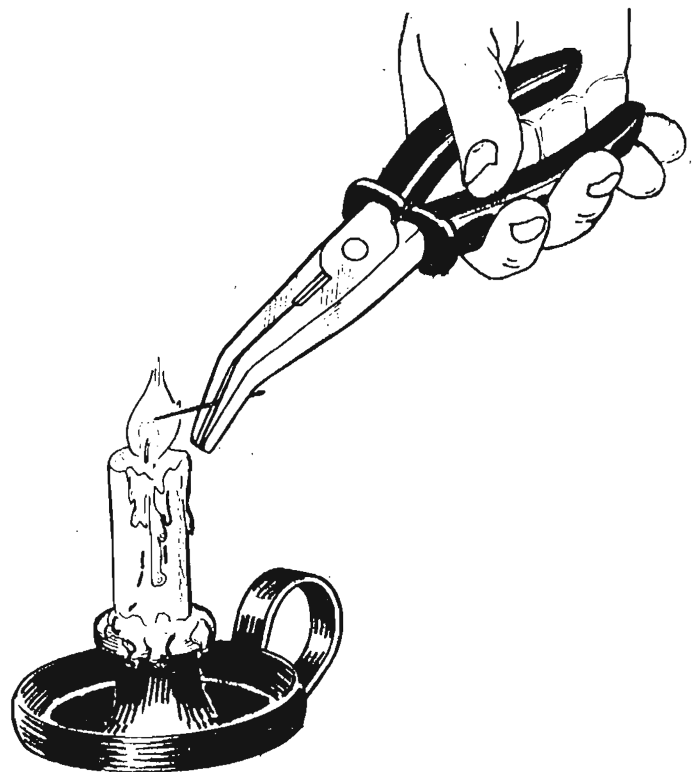
Problema del raffreddamento

Il problema del raffreddamento dei transistors è risentito, particolarmente, in quei circuiti in cui si fa impiego di transistors di potenza, che dissipano potenze dell'ordine dei watt, anzichè dei milliwatt, come avviene per gli altri tipi di transistori. Il calore, che si sviluppa internamente a questo tipo di transistors, può raggiungere valori considerevoli, ma i transistors di potenza sono normalmente progettati per poter disperdere la maggior quantità di calore possibile. E per ottenere il processo di dispersione del calore si usano due sistemi diversi. Il primo consiste nella realizzazione industriale di transistors muniti di un involucro esterno particolarmente adatto alla dispersione del calore (alette di raffreddamento). Il secondo sistema consiste nel montare il transistor in modo che il suo involucro esterno risulti in intimo contatto con il telaio metallico su cui si realizza il circuito; in tal modo il telaio funge da flangia di dispersione del calore.

Nei montaggi di tipo economico si è soliti avvolgere i transistors che si riscaldano facilmente con una fascetta metallica, munita di una o due alette di dispersione radiale del calore.

Negli apparati elettronici di una certa complessità, in cui sono montati molti

L'ago riscaldato sulla fiamma di una candela diviene incandescente in breve tempo. Esso raggiunge una temperatura molto elevata, ma la quantità di calore immagazzinato è relativamente modesta.



transistors di potenza si usa ricorrere al sistema di raffreddamento per convezione, provocando una circolazione forzata dell'aria mediante un ventilatore sistemato in prossimità dell'apparecchio.

Per identificare un transistor

L'esperienza insegna che, durante l'esercizio professionale di laboratorio, può capitare di imbattersi in un transistore le cui caratteristiche radioelettriche sono del tutto sconosciute e non vengono neppure citate nei prontuari specializzati.

Può capitare ancora, mentre si ripara un ricevitore o si esegue qualche esperimento di elettronica, di aver a che fare con un transistore dal cui involucro esterno è scomparsa ogni traccia della sigla indicatrice. Questi transistori sono da buttar via? Non è proprio possibile risalire alla identificazione di tali componenti per poterli utilmente impiegare nei circuiti radioelettrici?

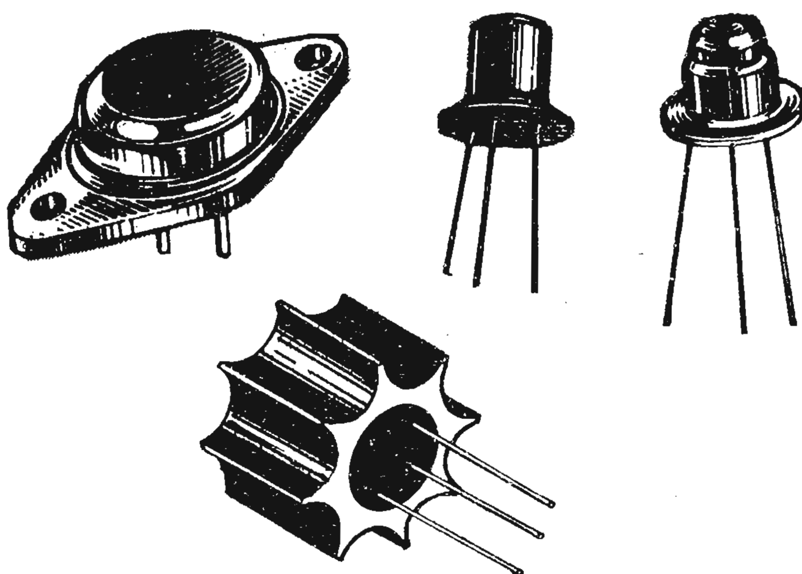
Ecco il metodo che permette in ogni caso dubbio di identificare non solo le connessioni dei transistori ma anche il tipo di transistore con cui si deve operare.

Generalmente è possibile riconoscere la corrispondenza precisa fra i terminali del transistor e i suoi elettrodi interni tenendo conto delle regole seguenti:

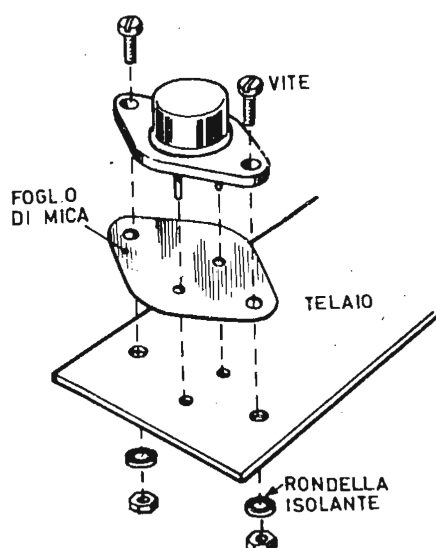
1. **Vicinanza del puntino colorato al terminale di collettore.**
2. **Tacca indicatrice, ricavata sulla base dell'involucro, in prossimità del conduttore di emittore.**
3. **Terminale di base più ravvicinato a quello di emittore anzichè a quello di collettore.**
4. **Disposizione triangolare dei conduttori, emittore-base-collettore, i quali si succedono secondo il verso di rotazione delle lancette dell'orologio.**
5. **Collettore collegato direttamente con l'involucro esterno del transistor (transistor a media e grande potenza).**
6. **Terminale di base collegato direttamente con l'involucro esterno del transistor (ciò avviene in taluni transistors di debole potenza).**

Se questi metodi di identificazione non conducono a risultati positivi, si dovrà ricorrere all'identificazione dei terminali per mezzo dell'ohmmetro. In tal caso converrà utilizzare una scala dello strumento la cui zona centrale corrisponda ad un valore di resistenza compreso fra i 100 e i 1000 ohm.

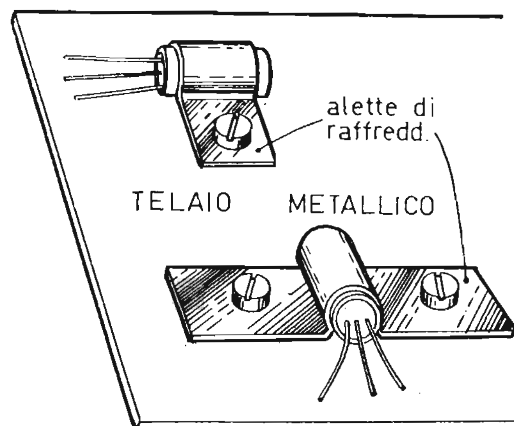
Inizialmente si individuano i due terminali del transistor per i quali l'ohmmetro



Alcuni tipi di transistors comunemente usati nei circuiti radioelettrici. Quello in alto a sinistra è un transistor di potenza, munito di due terminali (base ed emittore); il terminale di collettore è costituito dall'involucro metallico del componente. La conformazione del transistor rappresentato in basso agevola la dispersione del calore prodotto.



Sistema di applicazione al telaio metallico di un transistor di potenza di tipo OC 30. Il terminale di collettore di questo speciale tipo di transistor è rappresentato dal suo involucro esterno.



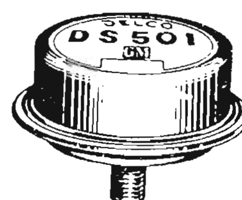
I dilettanti risolvono molto semplicemente il problema di raffreddamento dei transistors preparando alette di raffreddamento ricavate da lamierini di ferro. Le alette devono rimanere in intimo contatto con il telaio per favorire il fenomeno di conduzione termica.

non dà alcuna indicazione, qualunque sia il verso di collegamento (nel caso di transistors di potenza l'indice dello strumento potrà subire un lieve spostamento). Il terzo elettrodo è rappresentativo della base del transistor.

Successivamente si applica il puntuale negativo dell'ohmmetro alla base del transistore (è necessario assicurarsi con la massima precisione di tale polarità), e si toccano gli altri due terminali con il puntuale positivo dello strumento. Se l'indice dello strumento subisce una deviazione in entrambi i casi, si tratta di un transistor di tipo pnp. Altrimenti, si tratta di un transistor di tipo npn, e si deve vedere deviare l'indice dell'ohmmetro in senso contrario.

Successivamente si commuta l'ohmmetro su una gamma corrispondente a 100 mila ohm circa al centro scala (10.000 ohm nel caso di un transistore di potenza), e, connettendo lo strumento sui due terminali del transistore non ancora identificati, si cerca il verso di collegamento che determina la massima deviazione dell'indice dell'ohmmetro. Nel caso di un transistor di tipo pnp, l'uscita negativa dell'ohmmetro corrisponde al collettore, mentre per un transistor di tipo npn l'uscita positiva dello strumento corrisponde al collettore. Con un transistor al silicio, in tali condizioni, non si registra alcuna deviazione, e ciò avviene anche facendo uso di un ohmmetro elettronico (alimentato con la tensione di 1 o 2 volt) sulla gamma di 10 megaohm.

Per determinare la natura del transistor, cioè il materiale di cui è composto il semiconduttore, basta realizzare il circuito rappresentato in figura e misurare la tensione nel modo indicato nel disegno, fra base e emittore. Se si rileva un valore inferiore a 0,35 volt, si tratta di un transistor al germanio, mentre, rilevando una



tensione dell'ordine di 0,5 volt, si deve concludere che il transistor in esame è di tipo al silicio. I valori indicati risultano di 0,1 volt circa più bassi nel caso di transistori di potenza.

Precauzioni tecniche

I transistors sono componenti radioelettrici robusti e di lunga durata, che resistono a talune sollecitazioni meccaniche ed invecchiano molto lentamente. Ma la pratica del transistor impone tutta una serie di precauzioni tecniche indispensabili se si vuol evitare di abbreviarne la vita.

Come accade per la valvola elettronica, anche per il transistore l'errata alimentazione può essere più o meno dannosa e dall'esattezza delle tensioni e delle correnti dipende principalmente la sua durata di servizio; anzi, si può dire che il transistor è assai più sensibile della valvola elettronica agli errori di corrente e di tensione. Una tensione di collettore assai elevata, infatti, può condurre rapidamente il transistor alla distruzione totale.

Elenchiamo, dunque, una serie di precauzioni ed avvertimenti che vanno sempre rispettati quando si manipolano i transistors.

a) **Devono essere evitati assolutamente i cortocircuiti fra i terminali del transistor, durante il suo funzionamento, specialmente quelli fra base e collettore; l'impiego delle pinze a bocca di coccodrillo, assai frequente e spesso utile per il radioriparatore, può provocare un tale cortocircuito.**

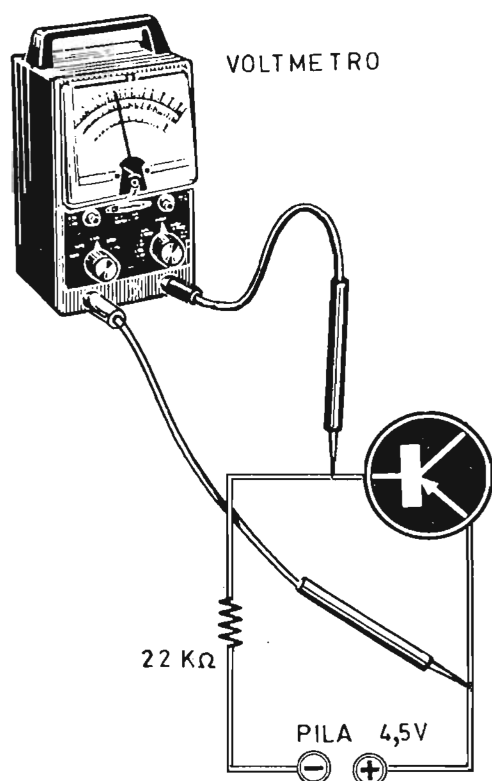
b) **Non si faccia mai impiego di un saldatoio di eccessiva potenza oppure caratterizzato da una disordinata dissipazione di energia termica; con il calore si rischia di modificare le caratteristiche radioelettriche del transistor.**

c) **Non si utilizzi mai il saldatoio la cui punta risulti sotto tensione di rete; è sempre consigliabile far impiego di saldatoio a bassa tensione ed alimentato per mezzo di un trasformatore che lo isoli dalla tensione di rete.**

d) **Non si faccia mai impiego di un saldatoio di tipo miniatura da alimentarsi con la stessa batteria che alimenta il ricevitore in riparazione; molto spesso la punta di questi saldatoi è collegata con l'avvolgimento di riscaldamento. Quando si opera su un ricevitore di tipo autoradio, per esempio, può capitare di essere tentati di collegare il saldatoio sull'accumulatore che alimenta il ricevitore stesso; si rischia, in tal caso, di dover sostituire completamente i condensatori elettrolitici e i transistors del ricevitore!**

e) **Si faccia sempre attenzione a non scambiare tra loro le polarità della pila.**

Misurando la tensione fra base ed emittore, si riesce a determinare il tipo di materiale semiconduttore di cui è composto un transistor. Nel caso di un transistor di tipo NPN, la polarità della sorgente di alimentazione deve essere invertita.



f) Si faccia attenzione alle eventuali interruzioni degli avvolgimenti dei trasformatori intertransistoriali; nel momento dell'interruzione dell'avvolgimento, si produce una tensione istantanea molto elevata (sovratensione) che può portare il transistor alla sua completa distruzione.

g) Le misure di tensione vanno effettuate con strumento a bassa impedenza, preferendo i tester a 20.000 ohm/volt e, se possibile, quelli a 40.000 ohm/volt.

h) Si faccia bene attenzione quando si eseguono saldature sui terminali di un transistor sotto tensione.

i) Se il radiotecnico indossa un camice oppure indumenti di nylon, si eviti ogni contatto fra questi e il transistor, perchè tali indumenti possono essere carichi di elettricità statica che, al minimo contatto, può danneggiare il transistor.

l) Si faccia attenzione alle tensioni troppo elevate nel caso di alimentazione da rete-luce.

m) Non si sbagli mai il montaggio di un transistor, scambiando tra loro i termminali.

n) Non si usi mai la scala più bassa dell'ohmmetro; la corrente dello strumento può essere talmente elevata da mettere fuori uso il transistor.

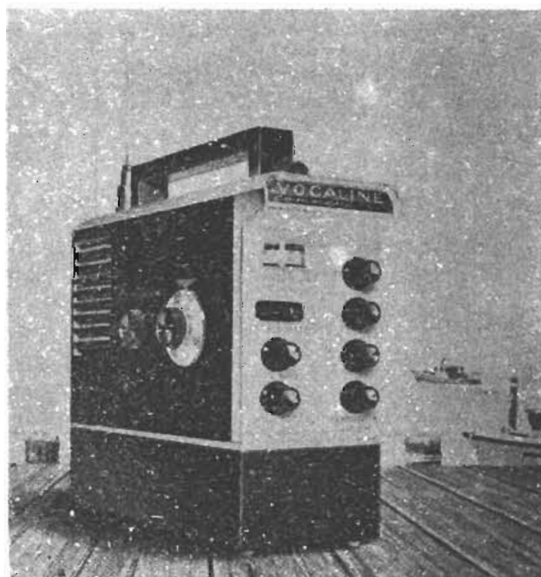


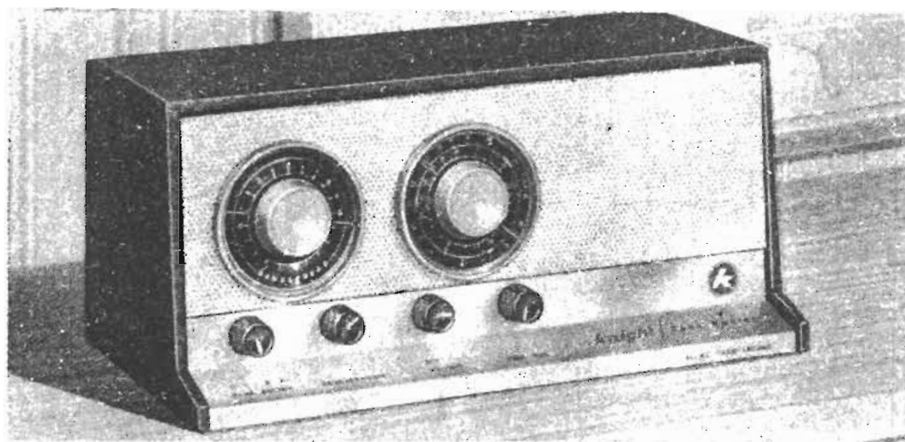
Il ricevitore a transistors di tipo portatile domina il settore degli apparati riceventi. Il progresso tecnico permette oggi di conferire a tali apparati grande sensibilità e lunga autonomia di funzionamento.

Modernissimo ricevitore di fabbricazione americana, Lafayette, con potenza d'uscita di 70 watt. L'apparecchio è stato progettato per la ricezione AM ed FM e quella stereo con l'aggiunta di opportuni altoparlanti. Il circuito è equipaggiato con nuvistor « Front End », che assicurano all'apparecchio maggiore sensibilità, quasi totale assenza di disturbi senza presentare alcun surriscaldamento.



Assomiglia ad un moderno e lussuoso ricevitore a transistors, invece è un apparato ricetrasmettitore portatile, con alimentazione a pile. Lo si può usare dovunque senza alcuna speciale installazione. Il trasmettitore ha una potenza di 0,5 watt e monta 18 transistors e 2 valvole. Il ricevitore è a circuito supereterodina a doppia conversione di frequenza.

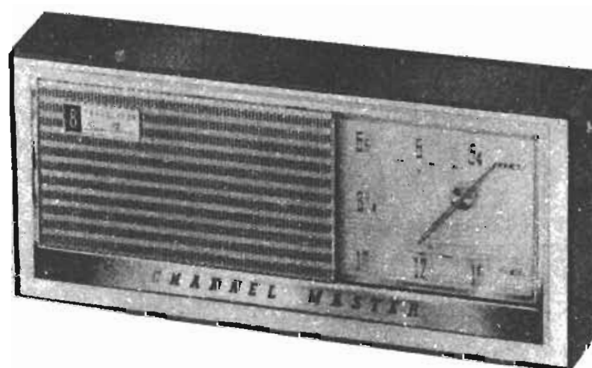




Per l'ascolto di tutte le emittenti mondiali occorre un ricevitore munito di più gamme d'onda, come quello qui presentato. Si tratta di apparecchio di fabbricazione americana, venduto in scatola di montaggio e dotato di ben quattro gamme d'onda.



Ottocentomila sono ormai gli italiani che posseggono oggi un'autoradio. Tale diffusione di questo particolare apparato si spiega dopo l'avvento della modulazione di frequenza e dei comandi di sintonia a tastiera.



Uno dei moltissimi tipi di ricevitori a transistors, di tipo portatile, con aspetto esteriore più che elegante. Si noti la ricercatezza nella composizione della scala parlante.

circuiti classici

CIRCUITI CLASSICI

Ricevitore a diodo

La didattica classica, sino ad una decina di anni fa, presentava il ricevitore radio a cristallo di galena come il tipo di ricevitore più semplice, funzionante con la sola energia proveniente dalle onde radio. Oggi quel tipo di ricevitore, dopo l'avvento dei semiconduttori, è sostituito con il circuito a cristallo di germanio che, sotto l'aspetto tecnico generale, è un diodo, che svolge press'a poco le stesse funzioni della valvola rivelatrice e di quella raddrizzatrice.

Dunque, pur essendo cambiato un componente, il circuito classico rimane sempre lo stesso: non è necessario alcuna sorgente di energia elettrica e l'ascolto avviene in cuffia.

Pur apparendo sotto un aspetto tecnico di estrema semplicità, questo ricevitore radio svolge tutte le funzioni fondamentali e caratteristiche della radioricezione, ed è caratterizzato dalla presenza di un circuito di entrata e di uno di uscita.

Ovviamente, le prestazioni di questo ricevitore sono alquanto modeste, perchè con esso le trasmissioni radio si possono ascoltare soltanto in cuffia, e non attraverso un altoparlante; anche la sensibilità è una caratteristica di valore ridotto, perchè con questo circuito è possibile ascoltare l'emittente locale, cioè la stazione radiotrasmittente installata nella località in cui il ricevitore è destinato a funzionare; soltanto qualche altra stazione trasmittente, dotata di una certa potenza, potrà essere ascoltata durante le ore notturne.

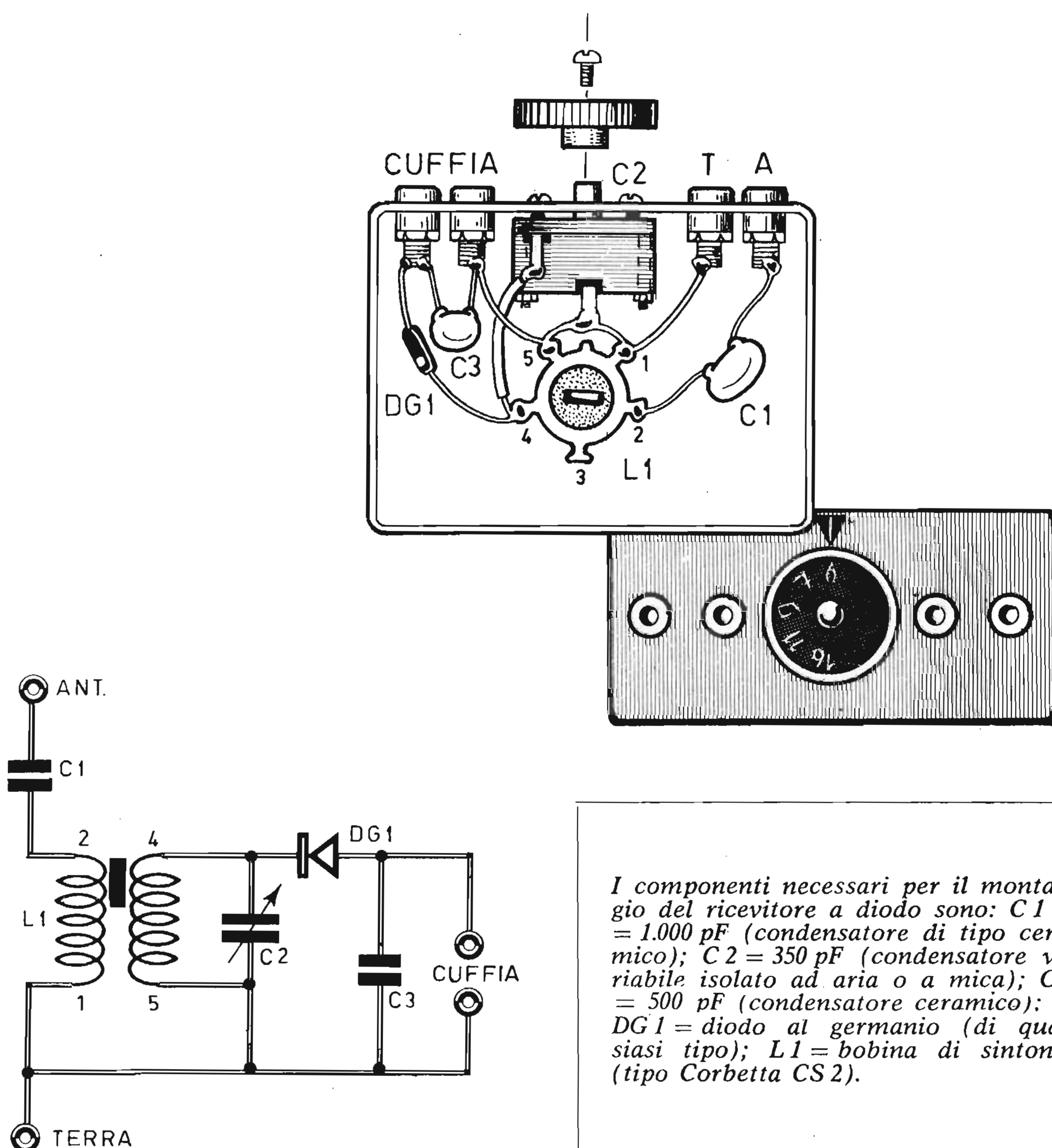
Le onde radio, come è stato detto nel primo capitolo, sono presenti in ogni dove ed in qualsiasi ora del giorno e della notte; esse sono nelle nostre case, intorno a noi, e l'antenna del ricevitore radio rappresenta una finestra sempre aperta e pronta a far entrare le onde radio, che in gergo radiotecnico vengono più semplicemente denominate « segnali radio ». Ma se le onde radio sono presenti dovunque perchè serve l'antenna? In molti apparecchi radio infatti, la antenna, almeno apparentemente, non esiste ed essi funzionano ugualmente bene. E' un concetto questo che si può interpretare in poche parole.

Le onde radio, cioè i segnali radio presenti intorno a noi, quando entrano nell'ap-



parecchio radio, sono molto deboli e hanno bisogno di essere rinforzati, cioè « amplificati », per trasformarsi in voci e suoni. Negli apparecchi radio di tipo commerciale esiste tutto un sistema di rinforzo delle onde radio, per cui si riesce sempre a trasformarle in voci e suoni anche se esse sono debolissime. Nei ricevitori radio, di tipo semplice ed economico, come sono quelli costruiti dai dilettanti, questo procedimento di rinforzo, cioè di amplificazione dei segnali radio, non esiste, oppure esiste in forma ridotta. Ecco dunque la necessità, in questi casi, di far entrare la massima quantità di segnali radio nell'ingresso del circuito di un apparato ricevente, ed ecco dunque la necessità di installare una antenna esterna e di collegarla all'ingresso dell'apparecchio radio.

Pertanto, con il beneficio dell'antenna vi è la possibilità di captare la massima quantità di segnale radio e, soprattutto, quei se-



I componenti necessari per il montaggio del ricevitore a diodo sono: C 1 = = 1.000 pF (condensatore di tipo ceramico); C 2 = 350 pF (condensatore variabile isolato ad aria o a mica); C 3 = 500 pF (condensatore ceramico): DG 1 = diodo al germanio (di qualsiasi tipo); L 1 = bobina di sintonia (tipo Corbetta CS 2).

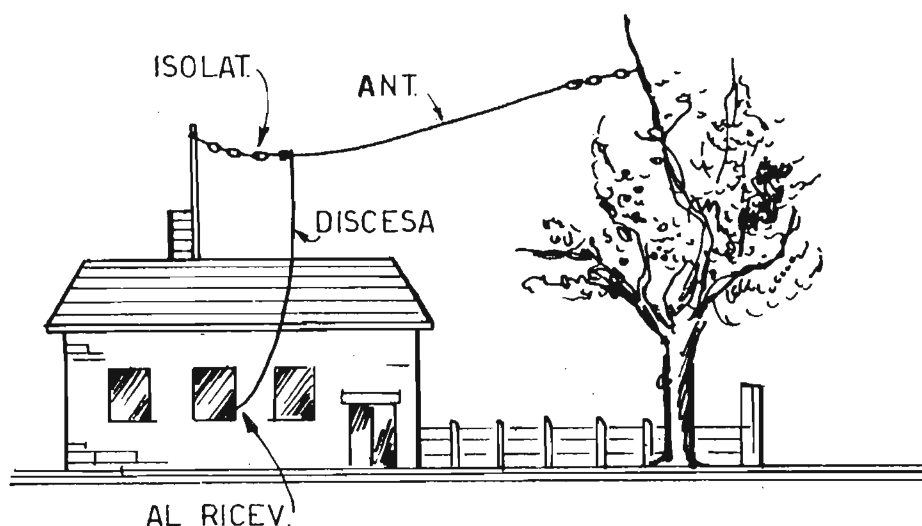
gnali debolissimi che provengono da stazioni trasmittenti molto lontane; quando l'antenna non c'è ci si deve accontentare di quella poca quantità di segnali radio che stanno sempre intorno a noi, in ogni luogo.

Esaminiamo ora il circuito teorico, fatto tutto di simboli, rappresentativo del ricevitore a diodo. Sulla presa di antenna, contrassegnata con la dicitura ANT., si applica il conduttore proveniente dall'antenna. Quindi, attraverso questa presa entrano i segnali radio ed essi vengono « intrappolati » nella bobina di induttanza L 1. Accanto alla bobina di induttanza è presente il condensatore variabile C 2, che è rappresentato da un piccolo sistema meccanico composto da un certo numero di lamelle fisse e di lamelle mobili; un perno di comando permette di far ruotare l'asse nel quale sono incorporate le lamelle mobili; quindi azionando il perno del condensatore variabile, le lamelle mobili possono assumere una determinata posizione rispetto alle lamelle fisse. Questa posizione crea una condizione radio-elettrica del condensatore variabile per la quale non tutti i segnali radio presenti intorno a noi possono circuitare nel sistema elettrico composto dalla bobina L 1 e dal condensatore variabile C 2. Le condizioni radioelettriche, create dal condensatore variabile, permettono, principalmente, la presenza di un solo segnale radio all'ingresso del ricevitore. L'insieme della bobina L 1 e del condensatore variabile C 2 prende il nome di « circuito di sintonia ».

In pratica, ruotando la manopola del condensatore variabile, presente in ogni apparecchio radio, si fa ruotare il perno del condensatore variabile, cioè si fa in modo che le lamelle mobili assumano una diversa posizione rispetto a quelle fisse. Al perno del condensatore variabile, nei ricevitori di tipo commerciale, è applicata una particolare meccanica che trascina, contemporaneamente al movimento di rotazione del perno del condensatore, l'indice di sintonia, che scorre lungo la scala parlante del ricevitore. Dunque, si può dire che il condensatore variabile rappresenti la chiave in grado di aprire molte porte, e in grado di far entrare nel ricevitore radio il segnale preferito, quello della stazione trasmittente che si desidera ricevere.

Immediatamente dopo la presa di antenna è presente il condensatore C 1; lo scopo di questo condensatore è quello di limitare lo ingresso dei segnali radio nel ricevitore, eliminando quelli che possono essere semplicemente segnali di disturbo e non apportatori di voci e di suoni. Si tratta quindi di un elemento di filtraggio che, in pratica, assolve soltanto in parte il compito di selezionare i segnali. Al condensatore C 1 è affidato anche un compito di natura elettrica, in quanto isola il circuito dell'apparecchio radio da eventuali correnti che potrebbero entrare attraverso l'antenna in circostanze fortuite.

Subito dopo il circuito di sintonia si incontra un altro componente radio-elettrico: il diodo al germanio DG 1; in realtà tale componente può essere costruito con aspetti



Il ricevitore a diodo non può funzionare se non è collegato ad un buon impianto di antenna, perchè la unica forma di alimentazione del circuito deriva dalle onde radio presenti nello spazio. Le antenne più efficienti sono sempre quelle esterne, installate come indicato nella figura accanto.

esteriori diversi, ma la funzione è sempre la stessa: esso impedisce il passaggio a quella parte delle onde radio che serve soltanto a trasportare i segnali rappresentativi delle voci e dei suoni, lasciando passare solo questi ultimi. Sì, perchè le onde radio sono costituite da una mescolanza di segnali: quelli che fungono soltanto da elementi trasportatori e quelli che, come è stato detto, rappresentano le voci e i suoni.

Le onde radio possono quindi paragonarsi ad un autocarro in movimento carico di merce; il diodo al germanio DG 1 rappresenta un segnale di stop per l'autocarro e lascia passare invece la merce in esso contenuta. L'autocarro viene designato con il termine di « segnali di alta frequenza » e la merce in esso contenuta con il termine di « segnali di bassa frequenza ».

Si può dire ora che il diodo al germanio DG 1 separa il circuito in esame in due parti importanti, che prendono il nome di STADI. Lo stadio che precede il diodo al germanio prende il nome di « stadio di alta frequenza », lo stadio che succede al diodo (e comprende lo stesso diodo) viene designato col nome di « stadio di bassa frequenza ».

A valle del diodo al germanio DG 1, e prima della cuffia, è presente il condensatore C 3, che ha il compito di mettere in fuga, nel circuito di terra, eventuali parti di segnale ad alta frequenza che fossero ugualmente riuscite ad attraversare il diodo al germanio DG 1, evitando in tal modo che l'ascolto in cuffia risulti accompagnato da ronzio.

La cuffia appartiene a quella serie di componenti radioelettrici che prendono il nome di trasduttori acustici, e tra i quali i più noti sono l'altoparlante e l'auricolare magnetico.

Il compito svolto da ogni trasduttore acustico è quello di trasformare le correnti elettriche di bassa frequenza in suono. Nella cuffia, in particolare, le correnti di bassa frequenza che percorrono gli avvolgimenti contenuti nella cuffia stessa creano dei campi elettromagnetici variabili che sollecitano una membrana metallica in una serie di attrazioni e repulsioni; il movimento della membrana crea, a sua volta, una serie di successive compressioni e rarefazioni dell'aria che, raggiungendo il timpano dell'orecchio umano danno la sensazione del suono.

Il montaggio del ricevitore a diodo può essere fatto in un contenitore di piccole dimensioni, dato che tutti i componenti sono di tipo miniaturizzato.

Sul pannello frontale del contenitore si potrà apporre una piccola scala graduata in corrispondenza della manopola del comando di sintonia, che risulta applicata sul perno del condensatore variabile.

Il contenitore potrà essere metallico soltanto nel caso in cui sulla presa di antenna venga innestata una boccola collegata ad una discesa di una efficiente antenna; nel caso di applicazioni di antenna di fortuna o, poco efficiente, è assolutamente necessario che il contenitore sia costruito con materiale isolante, in modo da permettere alle onde radio di raggiungere anche direttamente il circuito di sintonia del ricevitore. In ogni caso il miglior funzionamento del ricevitore lo si ottiene collegando alle rispettive boccole una buona presa di terra ed una efficiente antenna.

La taratura del ricevitore è cosa assai semplice; dapprima si provvede a sintonizzare la emittente locale, facendo ruotare la manopola connessa con il perno del condensatore variabile, poi con un cacciavite si interviene sul nucleo di ferrite inserito nella bobina di sintonia L 1, facendo ruotare in entrambi i sensi il nucleo stesso fino a trovare un punto in cui l'ascolto diviene più forte e più chiaro.

Il cablaggio può essere fatto nel modo indicato nell'apposito disegno rappresentativo dello schema pratico, oppure potrà essere fatto in modo diverso, a seconda delle preferenze del dilettante, dato che non esistono particolari motivi tecnici che impongono un preciso piano di cablaggio. Soltanto quando si provvederà ad inserire nel circuito il diodo al germanio, si dovrà porre attenzione alla polarità esatta di tale componente, tenendo conto del puntino colorato o della fascetta riportata sull'involucro esterno del componente; comunque, sarà bene determinare il verso esatto di collegamento del diodo attraverso qualche tentativo pratico, fino ad individuare la posizione di collegamento che permette una ricezione sufficientemente forte e chiara.

I componenti necessari per il montaggio

del ricevitore a diodo sono: C 1 = 1.000 pF (condensatore di tipo ceramico); C 2 = 350 pF (condensatore variabile isolato ad aria o a mica); C 3 = 500 pF (condensatore di tipo ceramico); DG 1 = diodo al germanio (di qualsiasi tipo); L 1 = bobina di sintonia (tipo Corbetta CS 2).

Ricevitore a diodo con amplificatore B.F.

Il ricevitore a diodo, munito di amplificatore di bassa frequenza, ripete nella prima parte del circuito lo stesso stadio di alta frequenza progettato per il più semplice ricevitore a diodo al germanio. Dunque, non occorre ripetere la teoria che regola il primo stadio A.F. di questo ricevitore, perchè essa è stata abbondantemente sviscerata ed analizzata in tutti i particolari tecnici. Fino al condensatore C 3, quindi, tutto rimane lo stesso; il circuito è ripetuto integralmente fino al processo di rivelazione dei segnali radio.

La prima sostituzione, che appare immediata osservando il circuito teorico di questo ricevitore, è rappresentata dal potenziometro R 1, che sostituisce la cuffia telefonica presente nel primo tipo di ricevitore.

Il potenziometro R 1 rappresenta l'elemento di carico della tensione rivelata; se esso non ci fosse, la tensione rivelata non ci sarebbe, perchè risulterebbe assorbita dalla massa. Anche la cuffia nel precedente ricevitore svolgeva questo compito, oltre che quello più naturale di trasduttore acustico.

Il potenziometro, che rappresenta in pratica una resistenza variabile, è un componente munito di tre terminali; i due terminali estremi rappresentano i terminali estremi della resistenza; il terminale centrale rappresenta il cursore del potenziometro, cioè il terminale mobile, perchè collegato direttamente con l'asse di comando del componente, e quindi soggetto a toccare in ogni punto la resistenza compresa fra i due terminali fissi.

Fra il terminale direttamente collegato al diodo al germanio e quello collegato a massa vi è una caduta di tensione, più precisamente della tensione rivelata di bassa frequenza; il cursore del potenziometro permette di prelevare, a piacere, un qualsiasi valore di questa tensione, che ha il suo valore massimo a valle del diodo al germanio, mentre ha valore zero dalla parte del collegamento a massa.

Il cursore preleva la tensione rivelata e la applica direttamente alla base del primo transistor amplificatore di bassa frequenza TR 1. In questo transistor, che è di tipo OC 75, avviene il processo di rinforzo del debole segnale di bassa frequenza captato dalla antenna e rivelato dal diodo, cioè il processo di amplificazione dei segnali radio.

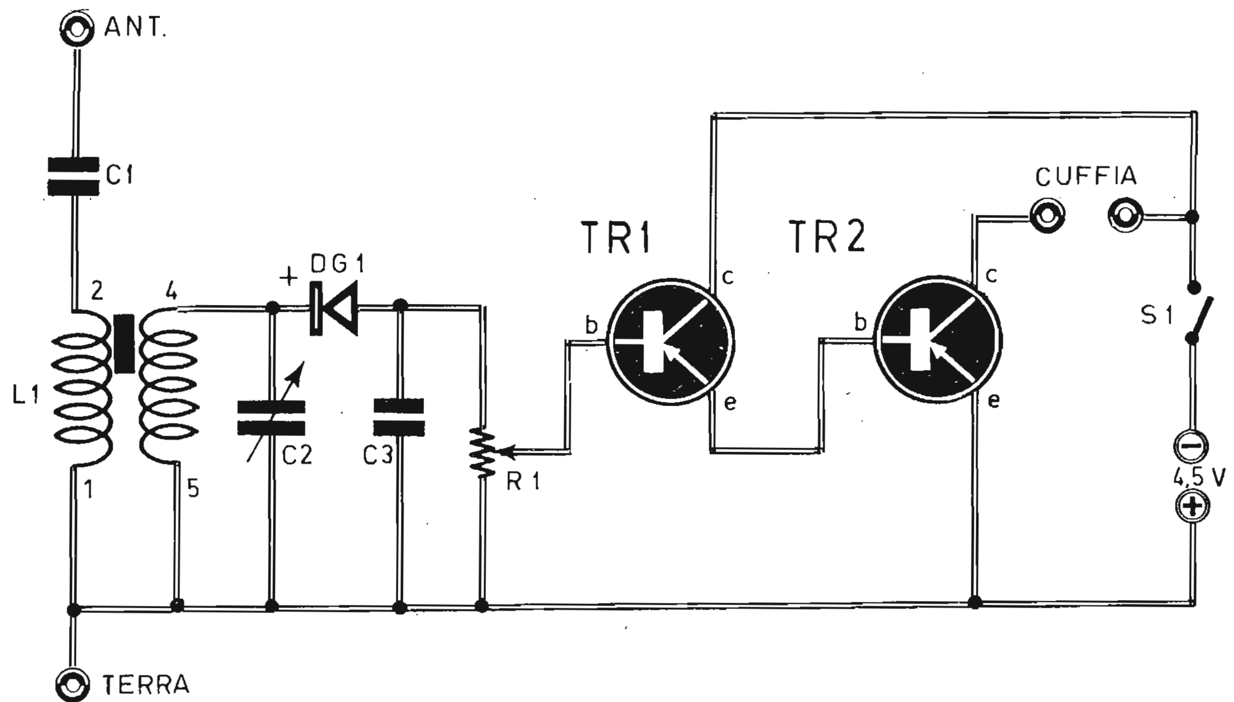
I segnali radio amplificati vengono inviati al secondo transistor TR 2, che è di tipo OC 72, nel quale subiscono l'ultimo definitivo processo di amplificazione, cioè vengono elevati ad un livello tale da poter pilotare la cuffia.

Il segnale amplificato dal secondo transistor viene prelevato dal collettore ed applicato alla cuffia, la quale svolge, anche in questo caso, il duplice compito di trasduttore acustico e di carico elettrico di collettore, perchè sui suoi terminali è presente la tensione del segnale di bassa frequenza amplificato.

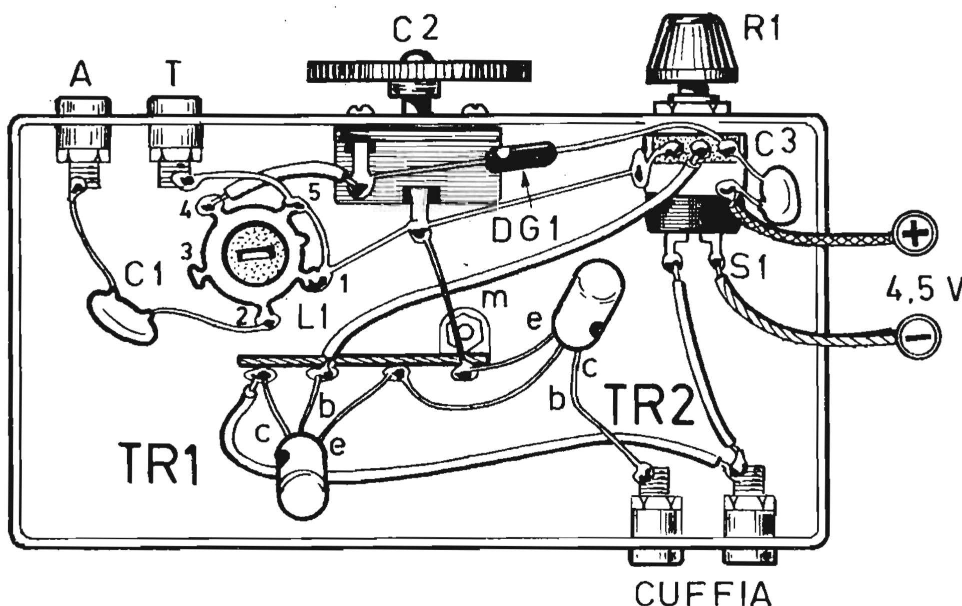
Normalmente, i segnali amplificati dalle valvole elettroniche e dai transistors, vengono prelevati dalla placca, per le valvole, e dal collettore (c), per i transistors. Tale sistema è valido, per il circuito qui descritto, soltanto per il secondo transistor. Per il primo transistor è stato fatto ricorso ad un particolare accorgimento, prelevando il segnale amplificato, anzichè dal collettore, dall'emittore (e). Si è dovuto operare in questo modo soltanto per semplificare il circuito ed evitare l'uso di altri componenti, destinati a comporre un accoppiamento corretto e tecnicamente valido fra il primo e il secondo transistor.

L'accoppiamento fra uno stadio ed un'altro risolve principalmente due problemi: quello dell'isolamento elettrico del circuito di alimentazione fra i due stadi e quello di adattamento dell'impedenza di uscita del primo stadio con l'impedenza di entrata del secondo.

Nel caso del presente ricevitore, non essendoci problemi di isolamento elettrico, si è dovuto risolvere il problema dell'adattamento delle impedenze. E poichè l'impedenza di uscita di emittore del transistor TR 1 è press'a poco uguale a quella di entrata di base (b) del transistor TR 2, si è dovuto ricorrere inevitabilmente a questo sistema



I componenti del ricevitore sono: C 1 = 1.000 pF (condensatore ceramico); C 2 = 350 pF (condensatore variabile); C = 500 pF (condensatore ceramico); R 1 = 50.000 ohm (potenziometro con interruttore S 1 incorporato); L 1 = bobina di sintonia di tipo Corbetta CS 2; DG 1 = diodo al germanio di qualsiasi tipo; TR 1 = OC 75 o simile; TR 2 = OC 72 o simile.



Il piano di cablaggio del ricevitore a diodo con amplificazione di bassa frequenza deve essere eseguito nel modo indicato in questo schema.

di accoppiamento, che non è normale, ma sufficientemente accettabile.

A differenza del primo tipo di ricevitore, questo circuito è alimentato con la corrente continua erogata da una pila a 4,5 volt, necessaria per far funzionare i due transistors. L'interruttore S 1, che è incorporato con il potenziometro R 1, permette di accendere e spegnere a piacere il ricevitore. L'interruttore S 1 è pilotato dallo stesso perno che regola il volume sonoro del ricevitore e il suo scatto si verifica all'inizio della corsa del cursore lungo tutta la resistenza interna del potenziometro. Anche il montaggio di questo ricevitore non presenta aspetti critici degni di nota; esso va eseguito seguendo il piano di cablaggio rappresentato nell'apposito schema.

Il ricevitore deve funzionare con collegamenti di antenna e di terra. Il circuito di antenna dovrà essere abbastanza efficiente, dato che il ricevitore è sprovvisto di uno stadio amplificatore di alta frequenza; per il circuito di terra si potranno usare, indifferentemente, le condutture dell'acqua, del gas o del termosifone.

Anche per questo ricevitore il diodo al germanio DG 1, che è un componente polarizzato, deve essere collegato nel circuito in un preciso verso, tenendo conto della fascetta colorata riportata sull'involucro esterno.

La lettura dei terminali dei transistors è cosa assai semplice, tenendo conto che si tratta di transistors di tipo pnp, a tre terminali e di marca Philips. Questi transistori portano, nel loro involucro esterno, una macchiolina, in corrispondenza del terminale di collettore; il terminale di base si trova al centro, mentre quello di emittore è situato all'estremità opposta; i tre terminali possono essere distribuiti lungo una linea retta, oppure lungo l'arco di circonferenza di base del componente.

Tenendo conto che il transistor è un componente nemico del calore, è raccomandabile eseguire le saldature dei suoi terminali con una certa rapidità, servendosi di un saldatore munito di punta sottile e ben calda, evitando di indugiare troppo a lungo sui terminali del transistor con il saldatore. Un altro accorgimento relativo al buon trattamento del transistor consiste nel conservare i terminali nella loro lunghezza originale, senza accorciarli troppo.

La taratura del ricevitore è semplice. Dopo aver sintonizzato la emittente locale, azionando la manopola collegata sul perno del condensatore variabile C 2, si provvede ad avvitare e svitare, con una serie di prove, il nucleo della bobina di sintonia L 1, fino ad individuare il punto in cui la ricezione è più chiara e più forte.

La semplicità del circuito permette di raggiungere il successo immediato subito dopo aver eseguito il cablaggio; se il ricevitore non dovesse funzionare, occorrerà intervenire sul diodo al germanio DG 1, invertendone le polarità.

I componenti del ricevitore sono: C 1 = = 1.000 pF (condensatore ceramico); C 2 = = 350 pF (condensatore variabile); C3 = 500 pF (condensatore ceramico); R 1 = 50.000 ohm (potenziometro con interruttore S 1 incorporato); L 1 = bobina di sintonia di tipo Corbetta CS 2; DG 1 = diodo al germanio di qualsiasi tipo; TR 1 = OC 75 o simile; TR 2 = OC 72 o simile.

Ricevitore reflex transistorizzato

Reflex vuol dire riflesso; e infatti il principio di funzionamento di questo classico circuito di ricevitore radio è basato su un sistema di riflessione dei segnali radio, che, dopo aver subito un primo processo elettronico, vengono riportati nello stesso stadio iniziale per essere sottoposti ad un'altro, diverso, processo elettronico. Oggi questo tipo di circuito viene ancora sfruttato industrialmente nei ricevitori radio di dimensioni ridottissime, montati su microcircuiti, da occultarsi nell'abito dell'ascoltatore, nello orologio, negli occhiali, nella borsetta della signora o altrove. Ma il circuito reflex è ancora largamente sfruttato per scopi didattici e dilettantistici e segna comunque una tappa fondamentale nello studio della radiotecnica.

Ma per comprendere bene il funzionamento del ricevitore reflex occorre analizzare punto per punto il circuito teorico riportato nel disegno.

Il circuito di sintonia è sempre lo stesso, cioè ripete lo stesso circuito dei ricevitori precedentemente descritti. Il «collettore» dei segnali radio è ancora rappresentato dall'antenna di ferrite ed essi vengono selezionati nel circuito composto dalla bobina L 1

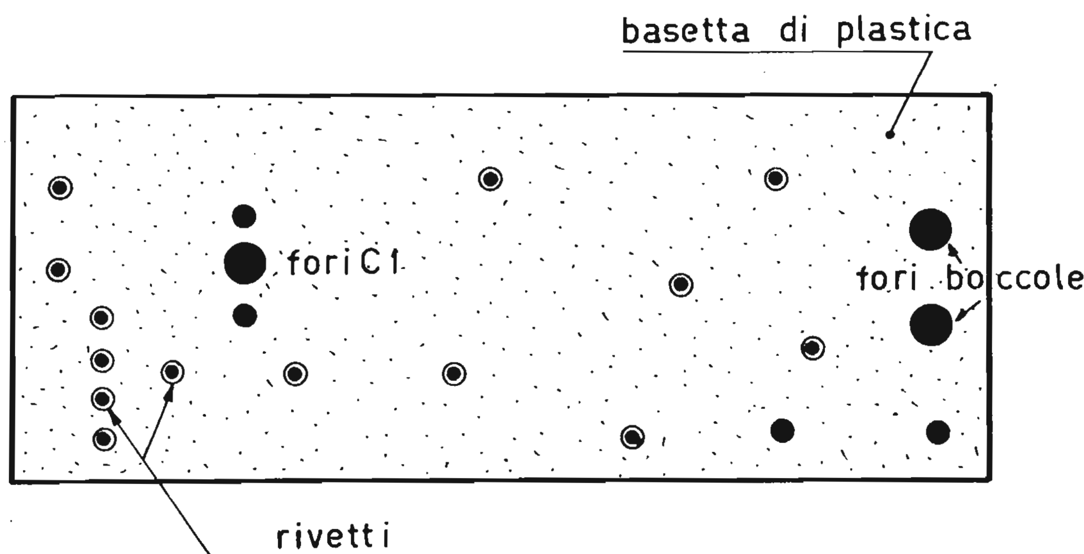
e dal condensatore variabile C 1. Inizialmente il segnale radio selezionato viene prelevato dalla presa intermedia della bobina L 1 ed applicato alla base del transistor TR 1. Ora in questo transistor si svolge il processo di amplificazione dei segnali di alta frequenza, ed è questo il primo compito svolto dal transistor TR 1. I segnali radio di alta frequenza, amplificati, sono presenti sul collettore (c) di TR 1. Da questo punto si dipartono due possibili vie per i segnali radio: quella dell'impedenza J 1 e quella del condensatore C 4. Ma l'impedenza J 1 costituisce uno sbarramento per i segnali di alta frequenza, mentre permette il passaggio ai soli segnali di bassa frequenza. Attraverso il condensatore C 4, invece, possono transitare liberamente tutti i tipi di segnali radio. Dunque, inizialmente i segnali radio di alta frequenza amplificati debbono necessariamente scegliere la via del condensatore C 4, per giungere al circuito di rivelazione, rappresentato dai due diodi al germanio DG 1 — DG 2 e dalla resistenza R 3.

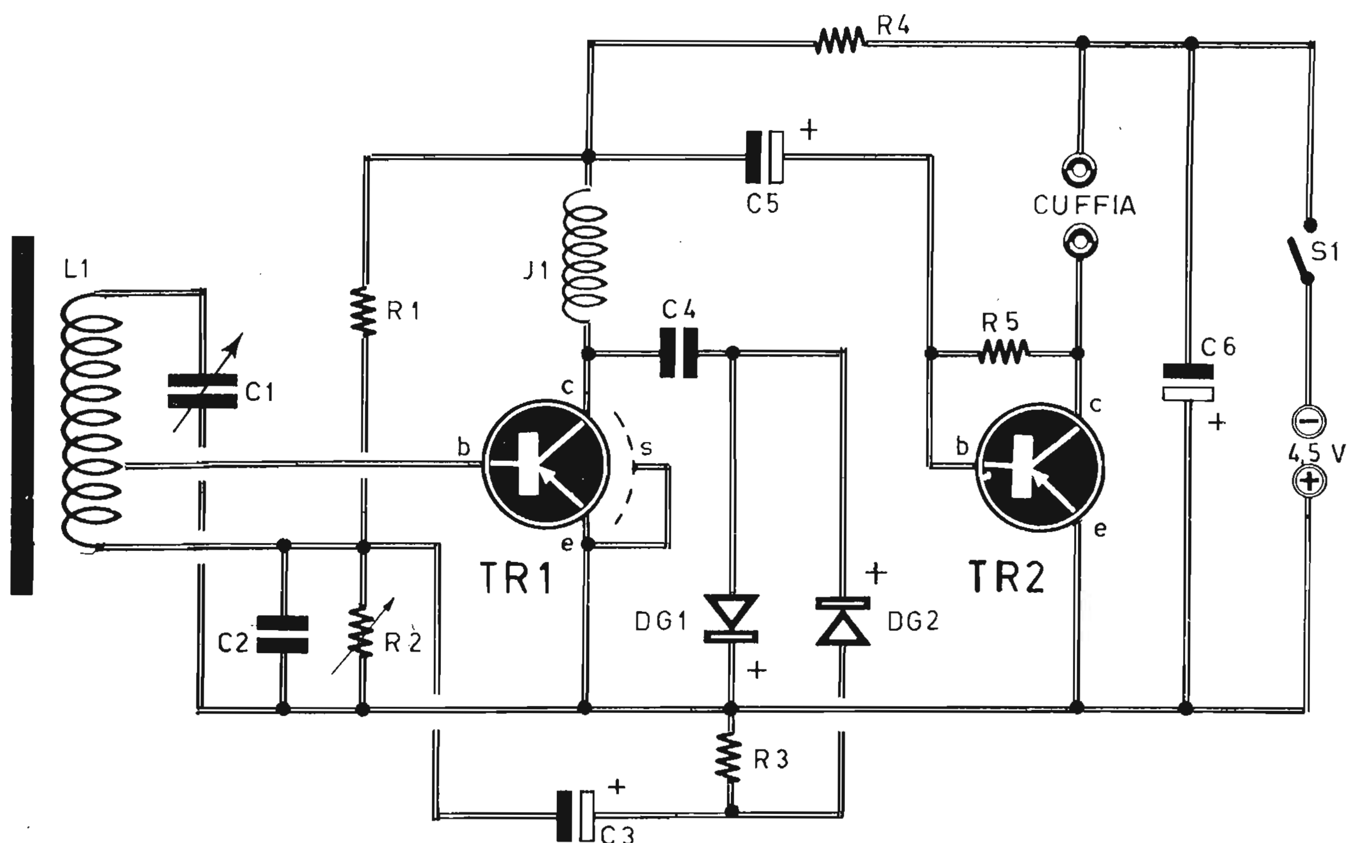
A differenza di quanto avveniva nel processo di rivelazione dei precedenti ricevitori radio, nei quali veniva montato un solo diodo al germanio, in questo circuito i diodi al germanio sono in numero di due. Si tratta di un particolare accorgimento tecnico e non di una necessità circuitale, perchè il ricevitore funzionerebbe ugualmente anche se fosse stato montato un solo diodo al germanio. Con l'impiego di due diodi si sfruttano entrambe le semionde del segnale amplificato di alta frequenza, con un sensibile aumento della tensione rivelata, presente sui terminali della resistenza R 3, che rappresenta la resistenza di rivelazione del circuito. In altre parole si può dire che il processo di rivelazione è ottenuto, in questo caso, con un circuito duplicatore di tensione, pilotato dai due diodi al germanio DG 1 e DG 2.

La tensione di bassa frequenza rivelata è applicata al condensatore elettrolitico C 3 e trasmessa successivamente al circuito di sintonia, che provvede ad applicarla ancora alla base del transistor TR 1. Dunque, questa volta sulla base del transistor TR 1 vengono applicati i segnali di bassa frequenza.

Per la seconda volta il transistor TR 1 vien fatto lavorare ma in un modo diverso, e in ciò consiste il principio di funzionamento del ricevitore reflex: il primo stadio ampli-

L'approntamento di una basetta di materiale isolante, opportunamente forata e rivettata semplifica il piano di cablaggio del ricevitore reflex transistorizzato, conferendo al montaggio stesso rigidità e compattezza.





COMPONENTI

Condensatori

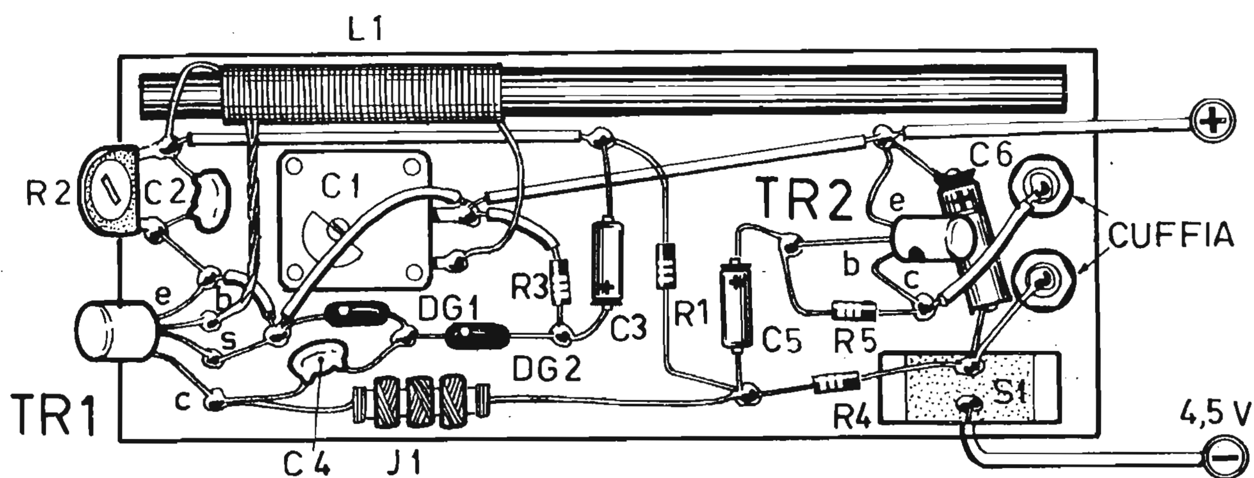
C 1 = 350 pF (condens. variabile)
C 2 = 100.000 pF (a pasticca)
C 3 = 10 μF - 12 Vl. (elettrolitico)
C 4 = 150 pF (a pasticca)
C 5 = 10 μF - 12 Vl. (elettrolitico)
C 6 = 100 μF - 12 Vl. (elettrolitico)

Resistenze

R 1 = 100.000 ohm - ½ watt
R 2 = 50.000 ohm (potenz. semifisso)
R 3 = 36.000 ohm - ½ watt
R 4 = 3.500 ohm - ½ watt
R 5 = 87.000 ohm - ½ watt

Varie

TR 1 = AF 114
TR 2 = OC 72
J 1 = impedenza AF (Geloso 556)
S 1 = interruttore a slitta
pila = 4,5 Volt
cuffia = 2000 ohm
DG 1 = diodo al germanio (di qualsiasi tipo)
DG 2 = diodo al germanio (di qualsiasi tipo)
L 1 = bobina di sintonia



ficatore funziona in un primo tempo da amplificatore AF e in un secondo tempo da amplificatore BF.

Anche sul collettore di TR 1 quindi sono presenti due tipi di segnali amplificati e diversi: quello di alta e quello di bassa frequenza. Il segnale di alta frequenza percorre la via del condensatore C 4, mentre il segnale di bassa frequenza percorre la via della impedenza J 1, per raggiungere poi lo stadio amplificatore finale di potenza.

I segnali di bassa frequenza vengono applicati, tramite il condensatore elettrolitico C 5 alla base del transistor amplificatore finale TR 2, che pilota lo stadio di amplificazione finale BF. Sul collettore di TR 2 sono presenti i segnali di bassa frequenza amplificati, che vengono applicati alla cuffia telefonica o all'altoparlante. La cuffia telefonica svolge, anche in questo caso, il duplice compito di trasduttore acustico e di elemento di carico del transistor.

La cuffia serve a far funzionare il ricevitore in ogni caso, mentre l'altoparlante deve essere collegato soltanto nel caso in cui si voglia far funzionare il ricevitore per lo ascolto della sola emittente locale.

L'alimentazione del ricevitore è ottenuta con una pila da 4,5 volt.

Il montaggio va eseguito nel modo indicato nell'apposito disegno rappresentativo del piano di cablaggio, dopo aver approntata la basetta di plastica rettangolare, precedentemente forata e rivettata seguendo lo apposito disegno.

Tutti gli accorgimenti validi per il precedente montaggio si estendono anche a questo ricevitore: preciso inserimento dei condensatori elettrolitici, dei diodi al germanio e dei transistors.

Il transistor TR 1 è munito di quattro terminali, che si succedono nel seguente ordine: collettore, schermo, base, emittore. Il terminale rappresentativo dello schermo (s) risulta elettricamente collegato con l'involucro esterno del transistor e deve essere connesso con il circuito di massa, cioè con il circuito della tensione positiva.

La taratura di questo tipo di ricevitore richiede due operazioni diverse: la regolazione del potenziometro semifisso R 2 e quella della bobina L 1 lungo l'asse del nucleo di ferrite.

Il potenziometro R 2 va regolato in modo da individuare il punto migliore di amplificazione e di sensibilità. La stessa operazione, con lo stesso scopo, va fatta per la bobina L 1.

I comandi del ricevitore sono due: quello di sintonia, rappresentato dal perno del condensatore variabile C 1, e quello di accensione rappresentato dall'interruttore S 1.

Volendo far funzionare il ricevitore in altoparlante, si dovrà sostituire la pila da 4,5 volt con una pila da 9 volt, collegando l'altoparlante per mezzo di un trasformatore di uscita, come avviene in tutti i normali ricevitori radio.

La bobina L 1 deve essere costruita avvolgendo 55 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,2 mm; la presa intermedia è ricavata alla decima spira. Il nucleo di ferrite è di misura standard: 8 x 140 mm.

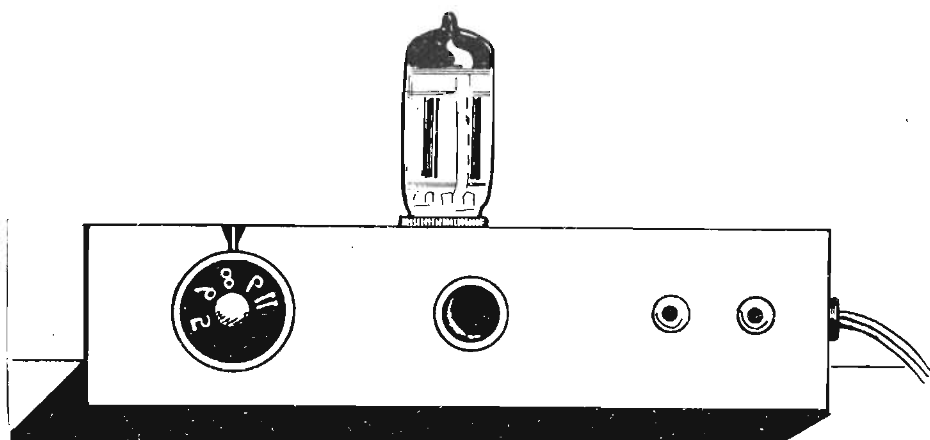
Il transistor TR 1 è di tipo AF 114 e può essere sostituito con i tipi OC 170 e OC 45; il transistor TR 2 è di tipo OC 72 e può essere utilmente sostituito con un qualsiasi altro transistor amplificatore di bassa frequenza.

Ricevitore a rivelazione diretta

Il ricevitore a rivelazione diretta rappresenta una tappa d'obbligo nella didattica della radiotecnica.

Quando si dice « rivelazione diretta » si vuol sottointendere che il processo di rivelazione dei segnali radio non è preceduto da alcun processo di amplificazione; in altre parole si può dire che ogni ricevitore radio a rivelazione diretta provvede a rivelare direttamente i segnali radio presenti nel circuito di sintonia, senza che essi vengano amplificati.

Anche il primo ricevitore analizzato in questo capitolo poteva considerarsi un apparecchio radio ad amplificazione dei segnali di alta frequenza; ma in quel ricevitore non era presente alcun altro stadio di amplificazione dei segnali radio. Dunque, tutti i ricevitori radio a rivelazione diretta possono essere dotati dei vari stadi presenti nei normali radioapparati, ma sono sempre sprovvisti dello stadio amplificatore AF. Questo tipo di ricevitore, quindi, viene realizzato per due soli scopi: quello didattico e quello di poter ricevere le emittenti locali o, comunque, quelle caratterizzate da una notevole potenza. Il ricevitore a rivelazione diretta può essere di tipo a valvole oppure a transistors. Quello de-



Così si presenta esternamente, a montaggio ultimato, il ricevitore a rivelazione diretta impiegante una valvola elettronica a due sezioni triodiche.

scritto in questo capitolo è di tipo a valvola, con ascolto in cuffia che permette una discreta ricezione delle emittenti locali.

L'analisi del circuito di sintonia è identica a quella esposta per il circuito di sintonia del ricevitore a diodo. I segnali di alta frequenza, captati dall'antenna, giungono allo avvolgimento primario della bobina di sintonia L 1, attraverso il condensatore di accoppiamento C 1. La bobina di sintonia L 1 è di tipo a trasformatore: i segnali radio presenti sull'avvolgimento primario (1-2) si trasferiscono per induzione elettromagnetica sull'avvolgimento secondario (4-5). Dunque, mentre l'avvolgimento primario di L 1 partecipa al circuito antenna-terra del ricevitore, l'avvolgimento secondario concorre alla formazione del circuito di sintonia in abbinamento con il condensatore variabile C 2. Da questo circuito vengono prelevati i segnali radio di alta frequenza per essere sottoposti al processo di rivelazione. Il condensatore C 3 accoppia il circuito di sintonia con quello di rivelazione, che è rappresentato dalla resistenza R 1, dalla griglia controllo (piedino 2) della prima sezione triodica della valvola V 1, e dal catodo di questa stessa sezione di valvola.

La valvola V 1 è un doppio triodo, di tipo 12 AT 7, che svolge due diverse funzioni: rivela i segnali radio di alta frequenza ed amplifica quelli di bassa frequenza. Sulla placca della prima sezione triodica di V 1 è applicato il condensatore C 4; questo condensatore provvede a convogliare a massa l'alta frequenza presente sull'anodo, impedendo che questa prima sezione valvolare possa amplificare i segnali di alta frequenza. Dunque, i segnali applicati alla griglia controllo seguono il percorso griglia-catodo-massa-resistenza R 1.

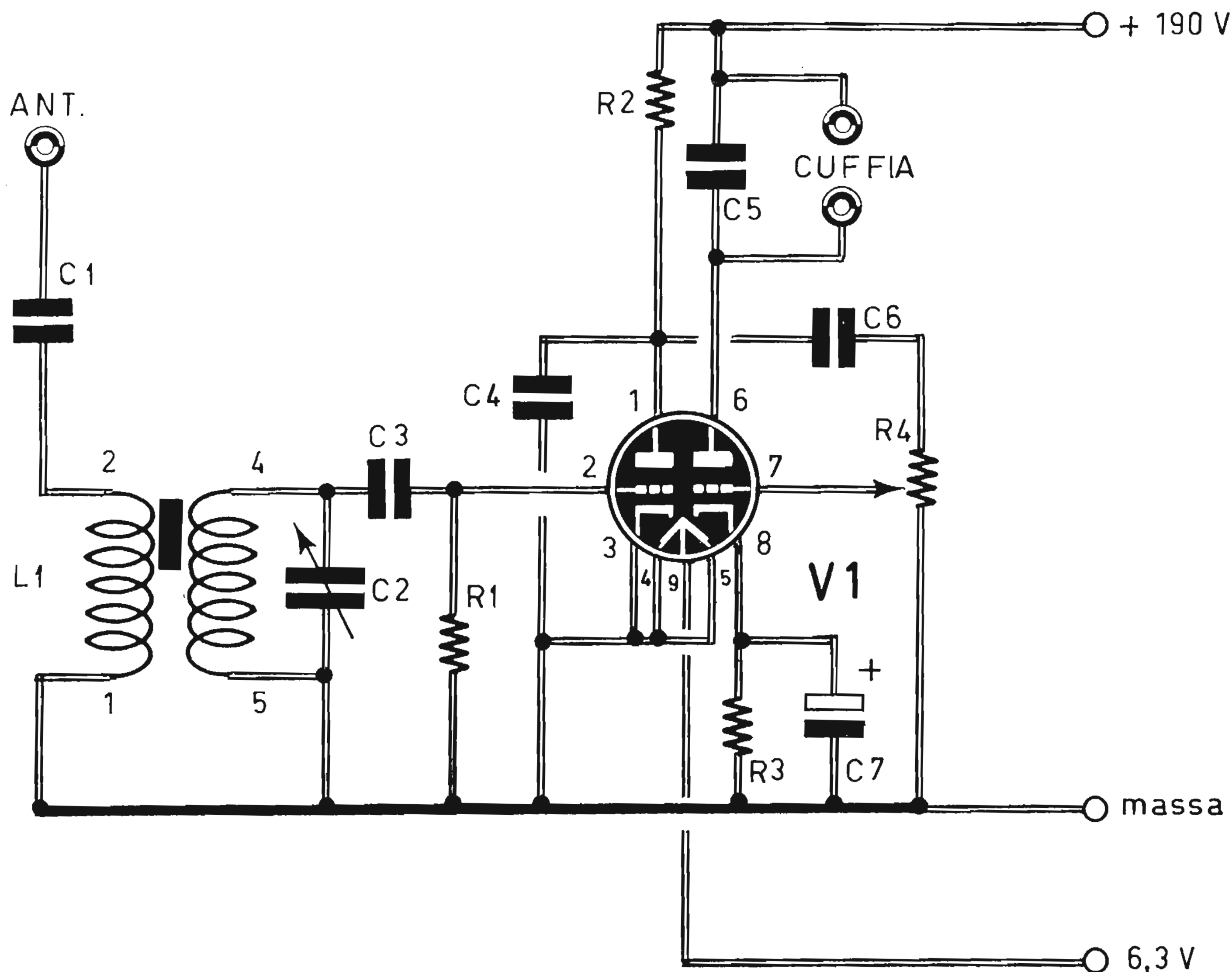
Si può concludere dicendo che questa prima sezione della valvola V 1 si comporta come un diodo rivelatore, nel quale la griglia controllo funge da placca.

Sull'anodo (piedino 1 dello zoccolo) sono presenti soltanto i segnali di bassa frequenza; questi segnali vengono poi inviati alla seconda sezione della valvola V 1 per essere sottoposti al processo di amplificazione di bassa frequenza.

La tensione dei segnali rivelati è presente sui terminali della resistenza R 1, che rappresenta quindi la resistenza di rivelazione.

Il condensatore C 6 permette di isolare elettricamente i circuiti di alimentazione anodica delle due sezioni della valvola V 1, e permette altresì di accoppiare i due stadi di questo ricevitore, applicando il segnale rivelato alla resistenza R 4. Questa resistenza è di tipo variabile e permette di dosare l'entità del segnale da sottoporre al processo di amplificazione; si tratta quindi di un potenziometro che, in pratica, costituisce il controllo manuale di volume del ricevitore. Dal terminale centrale del potenziometro R 4, cioè dal suo cursore, il segnale BF raggiunge la griglia controllo (piedino 7) della seconda sezione triodica di V 1, che si comporta come un normale triodo amplificatore. I segnali di bassa frequenza amplificati sono presenti sull'anodo (piedino 6). Essi vengono applicati alla cuffia telefonica, che rappresenta contemporaneamente il trasduttore acustico e l'elemento di carico anodico della seconda sezione triodica di V 1. Il carico anodico della prima sezione triodica di V 1 era invece rappresentato dalla resistenza R 2.

La polarizzazione del secondo triodo è ottenuta mediante la resistenza R 3 applicata



Nella prima sezione triodica della valvola V 1 del ricevitore a rivelazione diretta vengono svolti due fondamentali processi: quello di rivelazione e quello di amplificazione dei segnali di bassa frequenza. I comandi del ricevitore sono due: quello di sintonia rappresentato dal condensatore variabile C 2 e quello di controllo del volume sonoro costituito dal potenziometro R 4. La ricezione delle voci e dei suoni è ottenuta in cuffia, e questo ultimo elemento rappresenta anche il carico anodico della seconda sezione triodica della valvola.

COMPONENTI

Condensatori

C 1 = 1.000 pF (a pasticca)
C 2 = 350 pF (condensatore variabile)
C 3 = 100 pF (a pasticca)
C 4 = 1.000 pF (a pasticca)
C 5 = 2.000 pF (a pasticca)
C 6 = 10.000 pF (a carta)
C 7 = 50 µF - 25 Vl. (elettrolitico)

Resistenze

R 1 = 2,5 megaohm - 1/2 watt
R 2 = 100.000 ohm - 1/2 watt
R 3 = 1.600 ohm - 1 watt
R 4 = 500.000 ohm (potenz.)

Varie

V 1 = 12 AT 7
L 1 = bobina sintonia (Corbetta CS 2)
cuffia = 2.000 ohm

fra catodo e massa; il condensatore C 7, di tipo elettrolitico, serve a livellare la corrente uscente dal catodo.

Per far funzionare questo ricevitore occorrono due tensioni diverse: quella anodica a 190 V e quella di accensione del filamento della valvola V 1 a 6,3 V. Queste tensioni verranno derivate da un alimentatore e, più precisamente, dal primo alimentatore descritto nel capitolo « alimentatori ».

Il montaggio del ricevitore a rivelazione diretta deve essere fatto su telaio metallico, che ha funzioni di conduttore di massa. Anche questa realizzazione pratica si svolge in due tempi: prima si eseguono tutte le operazioni di ordine meccanico e poi si procede con il cablaggio, seguendo il disegno rappresentativo dello schema pratico.

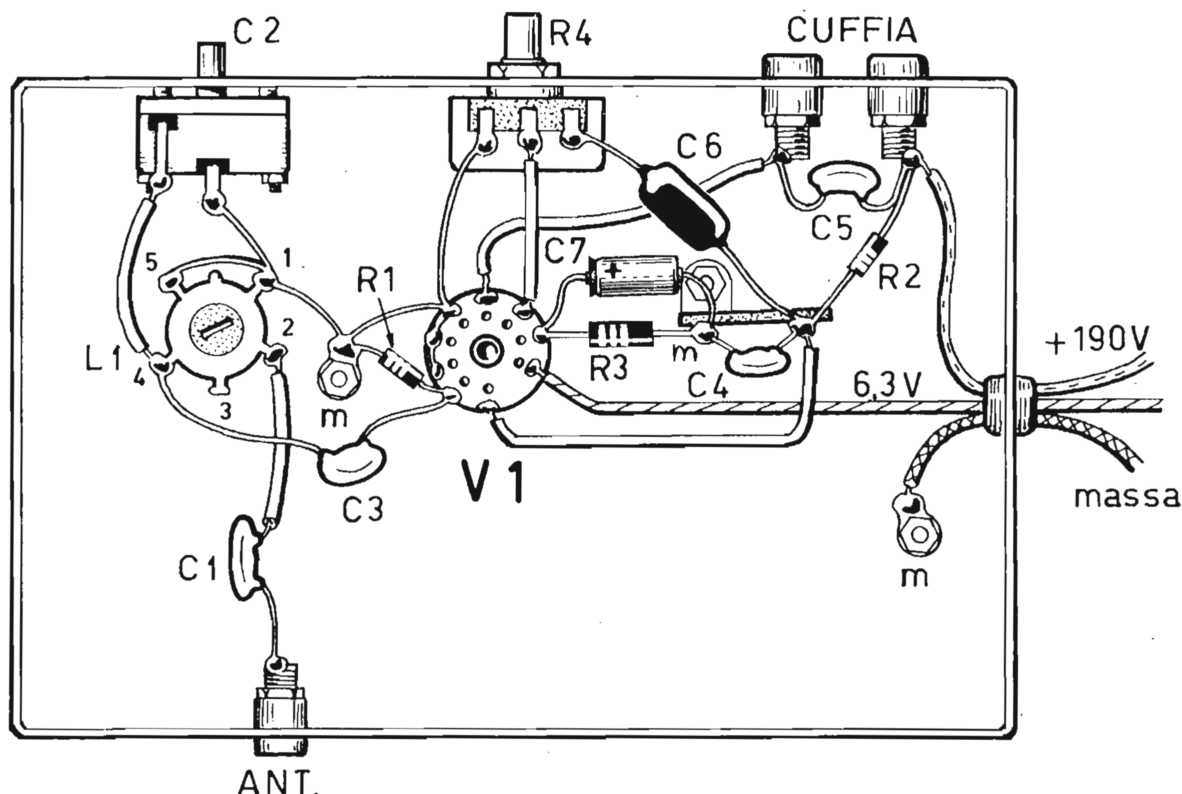
Per quanto riguarda il circuito di accensione del filamento della valvola V 1, si tenga presente che esso può essere alimentato con la tensione di 6,3 V e con quella di 12,6 V. Il filamento di questa valvola, infatti, è dotato di una presa centrale (piedino 9) che rimane inutilizzata quando si provvede ad alimentare il filamento con la tensione di 12,6 V; quando invece si vuol alimentare il filamento con la tensione di 6,3 V, questa tensione viene applicata nel conduttore centrale, cioè sul piedino 9 dello zoccolo, mentre i piedini 4-5 vengono collegati assieme e convogliati a massa, in modo che i due tratti del filamento risultino entrambi accesi.

Non vi sono particolari critici degni di nota per la realizzazione di questo ricevitore; basterà, infatti, collegare esattamente i terminali della bobina L 1 che, sullo schema pratico, sono numerati con lo stesso ordine con cui sono numerati sul disegno rappresentativo del circuito teorico; il condensatore C 7 è di tipo elettrolitico e deve essere collegato in senso esatto, cioè col terminale positivo sul piedino 8 dello zoccolo e quello negativo a massa.

La messa a punto del circuito è molto semplice: dapprima si sintonizza la emittente locale, agendo sul perno del condensatore variabile C 2, poi si interviene sul nucleo della bobina L 1, avvitandolo o svitandolo lentamente, fino ad individuare un punto in cui il segnale radio appare chiaro e potente, il più possibile. Questa semplice operazione va fatta mantenendo il volume del ricevitore al valore minimo.

Ricevitore a reazione

Il ricevitore con circuito a reazione rappresenta sempre un motivo di grande interesse per tutti i dilettanti e appassionati di



COMPONENTI

Condensatori

C 1 = 1000 pF (a pasticca)
C 2 = 350 pF (condens. variabile)
C 3 = 350 pF (condens. variabile)
C 4 = 300 pF (pasticca - vedi testo)
C 5 = 100 pF (a pasticca)
C 6 = 50 μF - 25 Vl. (elettrolitico)
C 7 = 500 pF (a pasticca)
C 8 = 10.000 pF (a carta)
C 9 = 2.000 pF (a pasticca)

Resistenze

R 1 = 2,5 megaohm - ½ watt
R 2 = 1.600 ohm - 1 watt
R 3 = 500.000 ohm (potenz. volume)
R 4 = 100.000 ohm - ½ watt

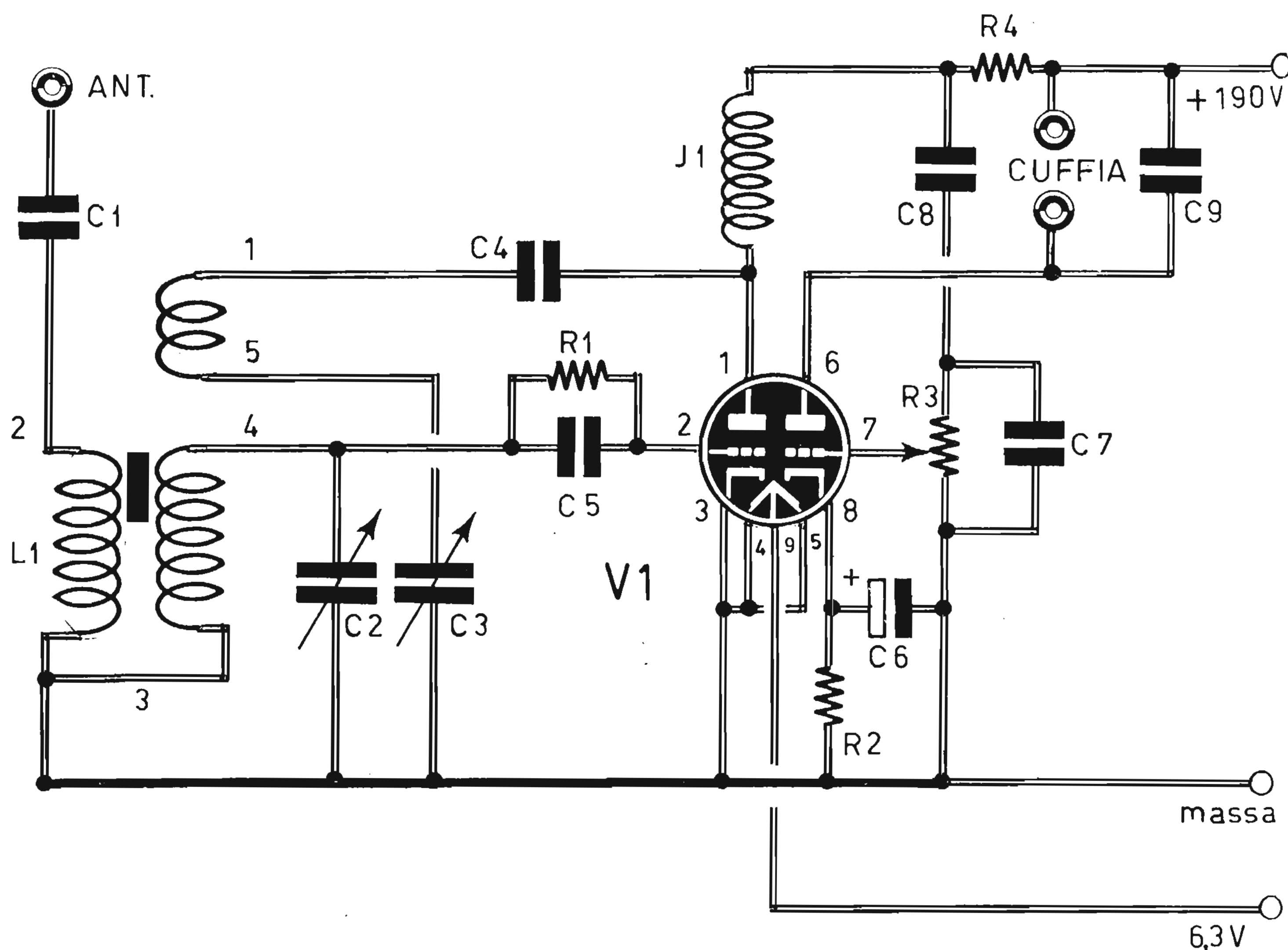
Varie

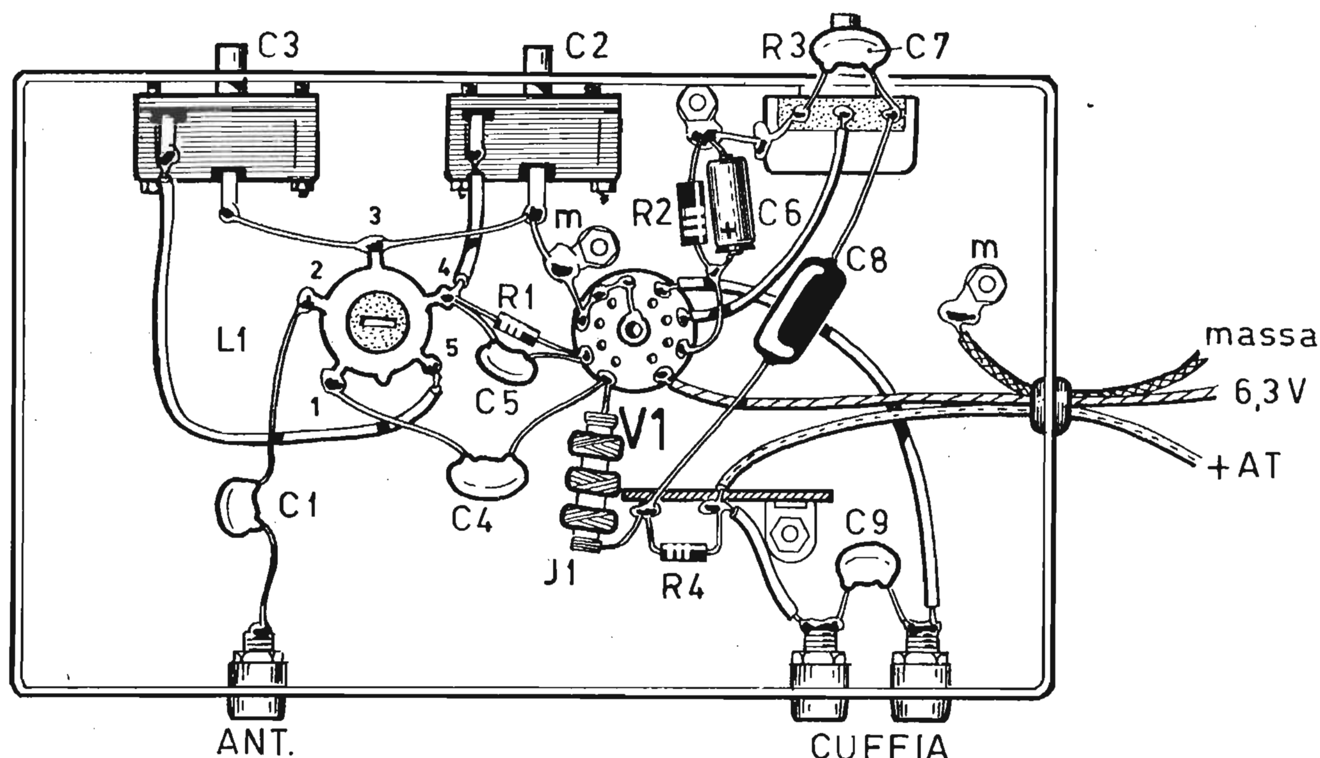
V 1 = 12 AT 7
J 1 = impedenza AF (Geloso 556)
L 1 = bobina sint. e reaz. (Corbetta CS 1)

radiotecnica, perchè esso vanta il pregio di essere dotato di una grande sensibilità; in particolare, il ricevitore qui presentato viene realizzato con l'impiego di pochi componenti e quindi molto economico, pur essendo un apparato che poco ha da invidiare ai ricevitori di tipo commerciale, almeno per quel che riguarda la chiarezza di ricezione e la sensibilità.

Un altro pregio di questo ricevitore a reazione è quello di non richiedere particolari operazioni di messa a punto e taratura, svincolando il costruttore dall'uso di una attrezzatura strumentale complessa e costosa, perchè l'uso di un comune tester è più che sufficiente per qualsiasi intervento di controllo del ricevitore.

Di radioricevitori in reazione ve ne sono di tutti i tipi, con una, due o più valvole, con ricezione in cuffia o in altoparlante, con





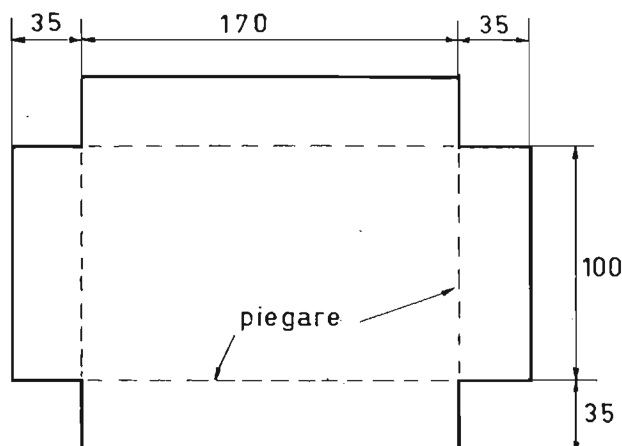
alimentazione a pile o in corrente alternata prelevata dalla rete-luce.

Questo ricevitore è alimentato con la tensione di rete-luce, tramite lo stesso alimentatore descritto per primo nel capitolo « alimentatori ».

Il circuito di sintonia del ricevitore è rappresentato dal condensatore variabile C 2 e dall'avvolgimento secondario della bobina L 1. In questo circuito i segnali provenienti dall'antenna, dopo aver attraversato il condensatore di accoppiamento con l'antenna C 1, e dopo essersi trasferiti, per induzione elettromagnetica, nell'avvolgimento secondario di L 1, vengono selezionati ed applicati alla griglia controllo della prima sezione triodica della valvola V 1 (piedino 2 dello zoccolo).

Nella prima sezione triodica della valvola V 1 i segnali radio di alta frequenza vengono amplificati. Sull'anodo del primo triodo quindi è presente l'alta frequenza, che non può percorrere l'impedenza J 1, ma può soltanto attraversare il condensatore C 4 e raggiungere l'avvolgimento 1-5 della bobina L 1. Questo avvolgimento di L 1 è accoppiato con l'avvolgimento del circuito di sintonia; dunque, i segnali di alta frequenza si trasferiscono, per induzione elettromagnetica, nell'avvolgimento 3-4, e da questo ritornano alla griglia controllo, per essere sottoposti

Il ricevitore a reazione deve essere montato su telaio metallico, che rappresenta, oltre che il naturale supporto del ricevitore, anche il conduttore unico di massa. Il telaio deve essere autocostruito prendendo le mosse dal disegno costruttivo qui sotto rappresentato e nel quale sono anche indicate le varie misure espresse in millimetri.

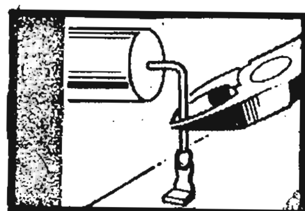


ad un secondo processo di amplificazione. E il ciclo continua così: teoricamente all'infinito. In pratica invece il ciclo di successive amplificazioni è limitato a causa di diversi fattori: primo fra tutti il condensatore C 3, che permette di regolare manualmente il processo della reazione.

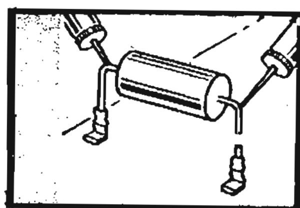
Dunque la prima sezione triodica della valvola V 1 amplifica enormemente i segnali radio, ma non è questa la sola sua funzione; infatti, in questa stessa sezione triodica si svolge un altro importante processo radioelettrico: il processo di rivelazione dei segnali radio. Per tale processo la resistenza R 1 rappresenta appunto la resistenza di rivelazione, e sui suoi terminali è presente la tensione di rivelazione. Sulla placca della prima sezione triodica della valvola V 1 sono presenti due tipi di segnali radio: quelli di alta frequenza e quelli di bassa frequenza; i segnali radio di alta frequenza prendono la via del condensatore C 4, mentre i segnali di bassa frequenza prendono la via della impedenza J 1. Successivamente, i segnali di bassa frequenza vengono applicati, tramite il condensatore C 8 al potenziometro R 3, che permette di dosare l'entità del segnale di bassa frequenza da sottoporre all'ultimo processo di amplificazione. Al condensatore C 7 è affidato il compito di convogliare a massa quella parte residua di segnale ad alta frequenza che, per un qualsiasi motivo, fosse riuscita ad attraversare l'impedenza J 1.

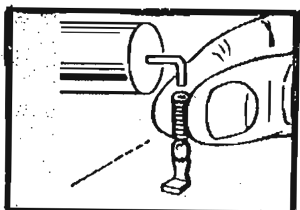
La seconda sezione triodica della valvola V 1 funge esclusivamente da elemento amplificatore dei segnali di bassa frequenza. La polarizzazione di griglia è ottenuta per mezzo della resistenza R 2. Il carico anodico è rappresentato dalla cuffia, mentre la resistenza R 4 costituisce il carico anodico della prima sezione triodica della valvola. Il condensatore C 9, collegato in parallelo alla cuffia, si lascia attraversare da eventuali tracce di segnale di alta frequenza che, altrimenti, provocherebbe un noioso ronzio durante l'ascolto.

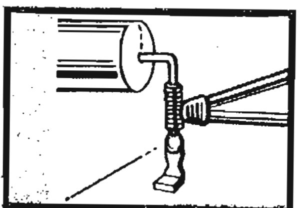
Il montaggio di questo ricevitore va eseguito nel modo indicato nel disegno rappre-



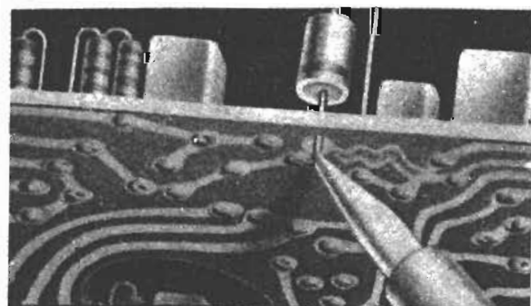
La saldatura dei terminali dei componenti può essere eseguita in varie maniere: direttamente, rapidamente o attraverso alcuni accorgimenti. Il sistema illustrato qui sotto rappresenta una elegante soluzione del problema di saldatura dei terminali delle resistenze e dei condensatori. La spiralina metallica funge da intermediaria fra due fili conduttori o fra un filo e un ancoraggio da saldare assieme.

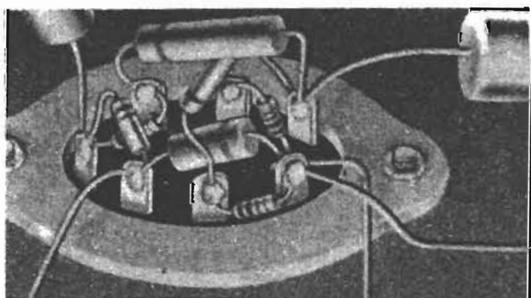












sentativo del piano di cablaggio. L'alimentazione del circuito si ottiene sempre con lo stesso tipo di alimentatore necessario per i circuiti precedentemente descritti; questo alimentatore è descritto, per primo, nel successivo capitolo.

Anche per questo montaggio si deve prima eseguire il lavoro meccanico e successivamente quello di saldatura dei conduttori e dei terminali dei componenti.

Il primo componente da approntare è il telaio metallico, che funge da conduttore unico di massa e che deve essere realizzato ricavando le dimensioni dal disegno relativo. Queste dimensioni non sono critiche ed hanno soltanto un significato orientativo. Sulla parte superiore del telaio risulta montata la sola valvola V 1; tutti gli altri componenti risultano montati nella parte di sotto. La reazione va regolata per mezzo del condensatore variabile C 3, e dipende in gran parte dal valore del condensatore C 4. Per ottenere un controllo facile della reazione, occorrerà determinare sperimentalmente il valore più adatto per il condensatore C 4; questo valore verrà individuato fra i condensatori di 100, 200, 300 e 500 pF. Si tenga presente in ogni caso che diminuendo il valore capacitivo di C 4, diminuisce anche l'effetto di reazione e la regolazione per mezzo del condensatore C 3 diviene più semplice. Il punto ottimo, in tutti i ricevitori a reazione, è un poco critico. Comunque, in sede di taratura del ricevitore, il condensatore variabile C 3 deve essere regolato in modo da eliminare il fischio caratteristico della reazione, immediatamente dopo il punto in cui il fischio cessa di esistere.

Ricevitore a superreazione

La caratteristica principale del ricevitore a superreazione è quella di consentire la ricezione sia dei segnali radio a modulazione d'ampiezza sia dei segnali radio a modulazione di frequenza. Quindi in pratica, con tale ricevitore è possibile l'ascolto dei programmi televisivi e di tutti i normali programmi a modulazione di frequenza. Un altro impiego del ricevitore a superreazione può essere quello dell'ascolto delle emittenti dilettantistiche che trasmettono nella gamma delle onde ultracorte.

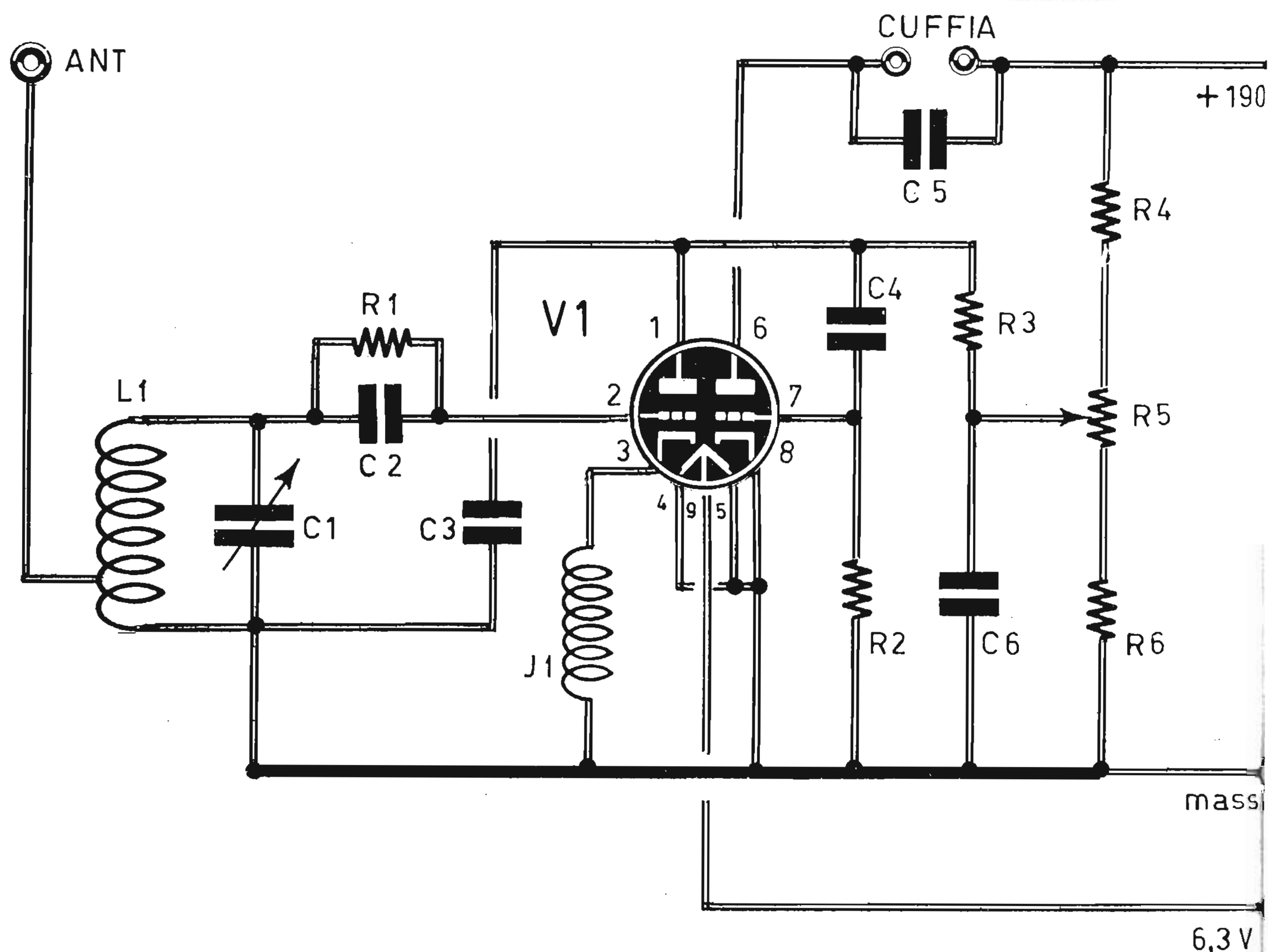
Ma moltissime altre trasmissioni possono essere intercettate con il ricevitore a superreazione. Nella gamma delle onde ultracorte, infatti, tra i 10 metri e 1 metro, vale a dire nella gamma di frequenze comprese tra i 30 e i 300 MHz, lavorano gli apparati radio di bordo degli aerei, dei mezzi della polizia, dei vigili del fuoco, delle autoambulanze, dei battelli guardacoste e di molte altre unità ancora. Può capitare, quindi, di intercettare un dialogo tra piloti di aerei in volo o tra questi e il personale di servizio alle torri di controllo degli aeroporti. Può capitare di sentire gli ordini impartiti dai comandi di polizia agli automezzi in servizio. Può capitare, ancora, di ascoltare comunicazioni radio-telefoniche con i treni in corsa e così via. Del resto, dopo aver costruito il radioricevitore e dopo aver fatto pratica di ricezione con esso, ci si accorgerà ben presto della enorme attività radiofonica svolta nell'ambito delle onde ultracorte.

Il ricevitore a superreazione, che viene costruito esclusivamente per la ricezione dei segnali a frequenza molto elevata, pur richiedendo una sola valvola nei suoi circuiti di alta frequenza, quale amplificatrice, oscillatrice e rivelatrice nello stesso tempo, è caratterizzato da un elevato grado di sensibilità.

Chi ha già costruito un radioricevitore a reazione sa che una delle caratteristiche principali di tale ricevitore è la sua buona sensibilità. Ebbene, nel ricevitore a superreazione la sensibilità è di molto superiore. Ciò si può spiegare subito con poche parole.

In un radioricevitore a reazione, spingendo l'accoppiamento reattivo al di là del limite in corrispondenza del quale si ha autoeccitazione, la ricezione risulta impossibile per il sovrapporsi delle oscillazioni localmente generate con le oscillazioni in arrivo. Con il circuito a superreazione si riesce a spingere l'accoppiamento reattivo oltre il limite di innesco, senza che le oscillazioni localmente generate rendano impossibile la ricezione. Ecco in che cosa consiste la differenza sostanziale tra i due ricevitori, quello a reazione e quello a superreazione ed ecco spiegato, pure, il motivo della elevatissima sensibilità del ricevitore a superreazione rispetto a quello a reazione.

Ma per coloro che ne vogliono sapere di più cercheremo ora di entrare maggiormente e più dettagliatamente nella teoria della superreazione.



COMPONENTI

Condensatori
C 1 = 20 pF (variabile ad aria)
C 2 = 40 pF (a pasticca)
C 3 = 500 pF (a pasticca)
C 4 = 10.000 pF (a pasticca)
C 5 = 2.000 pF (a pasticca)
C 6 = 250.000 pF (a carta)

Resistenze
R 1 = 3 megaohm
R 2 = 500.000 ohm
R 3 = 100.000 ohm
R 4 = 20.000 ohm
R 5 = 50.000 ohm (potenziometro)
R 6 = 15.000 ohm

Varie
V 1 = 12 AT 7
J 1 = impedenza AF (vedi testo)
L 1 = bobina sintonia (vedi testo)
cuffia = 2.000 ohm

Si è detto che nei circuiti a superreazione si impedisce alla valvola di entrare in oscillazione quando l'accoppiamento reattivo va al di là del limite in corrispondenza del quale si ha autoeccitazione. E ciò si ottiene semplicemente facendo lavorare la valvola ad intervalli successivi, rendendo cioè intermittente il suo funzionamento. Così, dopo qualche istante di funzionamento, prima ancora che la valvola riesca ad entrare in oscillazione, essa viene bloccata, successivamente essa viene fatta funzionare per un altro brevissimo istante di tempo e quindi bloccata di nuovo e ciò molte volte durante ogni minuto secondo. Lo innesco delle oscillazioni viene così soffocato nell'istante stesso in cui queste tendono a formarsi.

Infatti, se il numero delle intermittenze si aggirasse, ad esempio, intorno alle centinaia o alle migliaia di volte al secondo, la ricezione risulterebbe impossibile, perchè le stesse intermittenze si riprodurrebbero nell'altoparlante sotto forma di un cupo ron-

zio. Ma la ricezione sarebbe ancora impossibile se le intermittenze fossero di appena qualche decina di migliaia al secondo perchè in tal caso esse si riprodurrebbero sotto forma di fischio acuto.

Per una ricezione corretta occorre elevare il numero delle intermittenze a circa 100.000 al minuto secondo, ossia occorre far funzionare la valvola bloccandola per circa 100.000 volte al minuto secondo. In tal caso il fischio relativo alle intermittenze è così fuori dal limite di udibilità da non essere percepito dall'orecchio umano.

In pratica, quindi, per il funzionamento della valvola in superreazione occorre interrompere la tensione di placca per circa 100 mila volte al minuto secondo. E ciò si ottiene applicando una tensione oscillante della frequenza di 100 KHz circa.

Con una tale tensione la valvola funziona soltanto durante i semicicli positivi mentre rimane bloccata durante i semicicli negativi della tensione oscillante anodica.

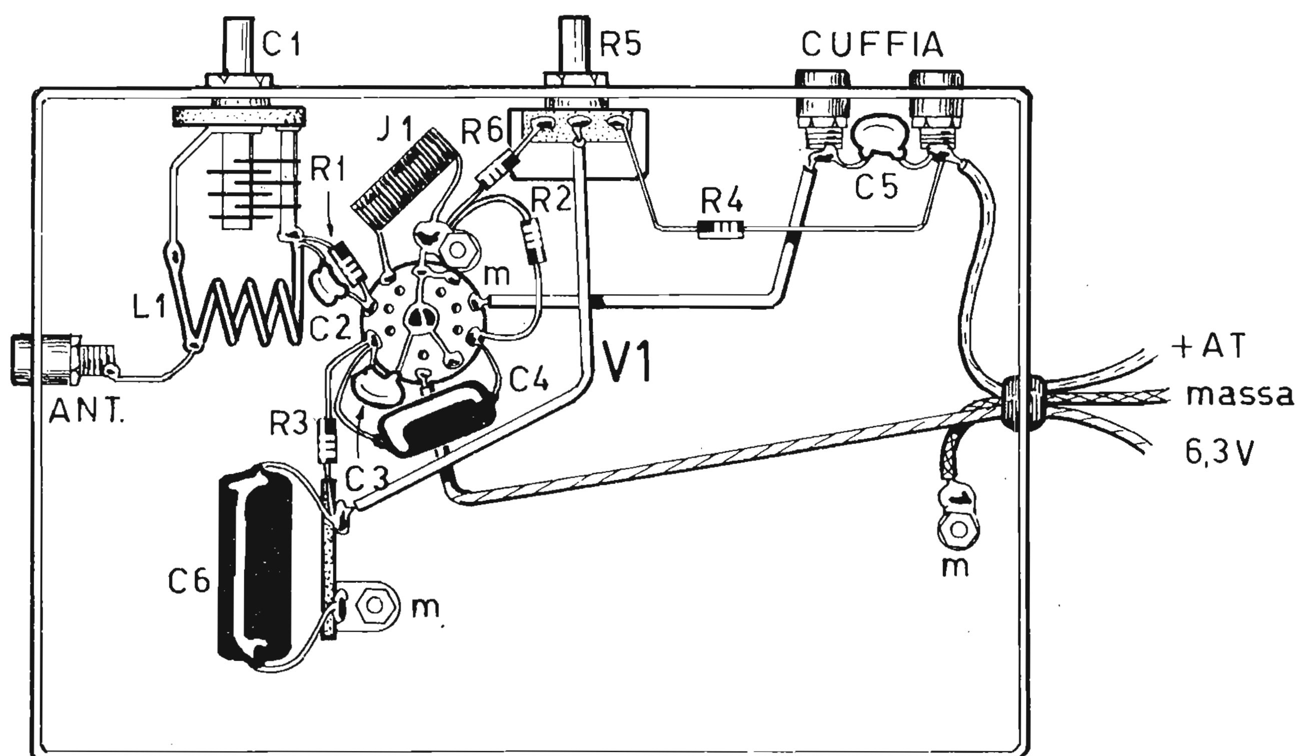
La frequenza della tensione applicata allo anodo della valvola in superreazione prende il nome di « Frequenza di Spegnimento ».

Si capisce facilmente che la sensibilità raggiunta con un tale sistema è elevatissima, tanto che un ricevitore, impiegante un triodo in superreazione, costruito a regola d'arte, con due valvole amplificatrici in bassa frequenza, può ricevere segnali di appena 0,5 microvolt! Tuttavia la sensibilità media di questo tipo di radioricevitori può considerarsi intorno ai 4-5 microvolt ed è questo un valore più che eccellente se si considera la semplicità del circuito a superreazione.

Ma il ricevitore a superreazione presenta pur esso un inconveniente e questo sta nel fatto che a ciascun intervallo di funzionamento della valvola devono corrispondere molti cicli del segnale in arrivo. Non si possono quindi ricevere onde lunghe e neppure onde medie e risulta già difficile ricevere le onde corte e le cortissime. Per concludere si può dire che i ricevitori a superreazione si prestano bene soltanto per le onde metriche cioè per le onde ultracorte.

Il progetto del ricevitore a superreazione, preso in esame, monta 1 sola valvola (V 1). La valvola V 1 è un doppio triodo, di tipo 12 AT 7, la cui seconda sezione triodica pilota lo stadio amplificatore di bassa frequenza.

L'alta frequenza, captata dall'antenna, è applicata al circuito di sintonia sull'ultima spira della bobina L 1. La resistenza R 1 costituisce il carico del circuito di rivelazione,



perchè sui suoi terminali è presente la tensione rivelata. Dunque, la prima sezione triodica della valvola V 1 amplifica, contemporaneamente, i segnali di alta frequenza e quelli di bassa frequenza. La frequenza di spegnimento della superreazione è regolata, oltre che dai componenti RC, anche dall'impedenza di alta frequenza J 1, collegata sul catodo della prima sezione triodica della valvola V 1. Il potenziometro R 5 regola la tensione anodica del primo triodo e, in pratica, regola la superreazione.

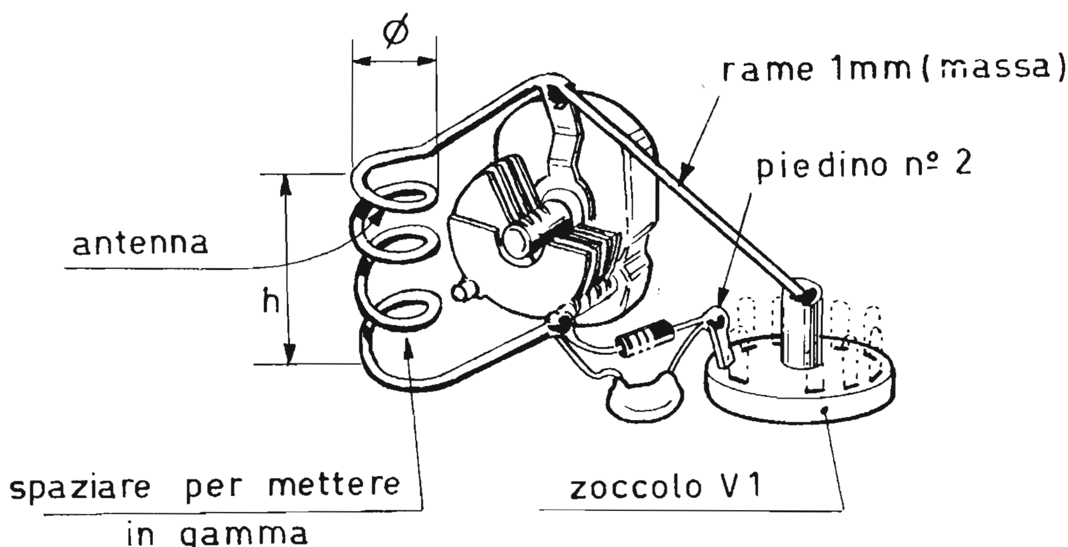
L'alimentatore del circuito è sempre lo stesso: quello presentato per primo nel capitolo successivo. La tensione anodica è di 190 V, mentre quella di alimentazione del filamento è di 6,3 V (i piedini 4 e 5 sono collegati assieme e con la massa del ricevitore).

Il piano costruttivo di questo semplice ricevitore in superreazione prevede l'avvicinamento dei circuiti di alta frequenza con lo zoccolo della valvola V 1; ciò è necessario a causa della VHF. L'impedenza di alta frequenza J 1 è composta di 20 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,5 mm, avvolte in aria, con un diametro di 7 mm. Nel disegno del particolare è dato a vedere il sistema con cui deve essere montata la bobina L 1 e quello di collegamento di massa tra il condensatore C 1 e il cilindretto metallico di schermo dello zoccolo portavalvola. In questo stesso disegno è indicato chiaramente il punto della bobina L 1 in cui deve essere effettuato il collegamento di antenna. Per mettere in gamma la bobina L 1, basterà spaziare o restringere le spire. Questa bobina è ottenuta con filo di rame del diametro di 1 mm; l'avvolgimento è del tipo « in aria » e la lunghezza del solenoide è di 20 mm. circa; il diametro dell'avvolgimento è di 8 mm.

Ricevitore supereterodina

Che cosa significa **Supereterodina?** Significa semplicemente: circuito radio a **conver-**

Particolare del circuito di alta frequenza del ricevitore a superreazione. Gli elementi che compongono questo circuito devono essere montati molto vicini tra loro, in forma liquida e compatta, con lo scopo di evitare dispersioni dell'alta frequenza ed eventuali fischi ed inneschi nella riproduzione sonora. La bobina di sintonia può essere allargata o ristretta e tale operazione si rende necessaria per la messa in gamma delle frequenze.



sione di frequenza. Per dirla in altre parole, ciò significa che nei ricevitori a circuito supereterodina le frequenze dei segnali in arrivo, di qualunque valore esse siano, vengono sempre trasformate in un'altra frequenza che è sempre la stessa per ogni tipo di ricevitore. Questa nuova frequenza può essere, come spesso avviene, di 470 Kc/s (chilocicli al secondo). Si suol dire allora che la **media frequenza** dell'apparecchio è di 470 Kc/s.

Nel ricevitore qui descritto il valore della media frequenza è di 470 Kc/s.

Pertanto, qualunque sia la frequenza del segnale radio in arrivo, essa viene sempre convertita in quella di 470 Kc/s. Se l'apparecchio, ad esempio, è accordato su una stazione, ad onde medie, di 1000 Kc/s, tale frequenza viene cambiata in quella di 470 Kc/s. Se la frequenza della stazione è di 800 Kc/s, anch'essa viene cambiata in quella di 470 Kc/s; se l'apparecchio è accordato su una stazione ad onde corte, ad esempio 10.000 Kc/s, anche questa frequenza di 10.000 chilocicli viene cambiata in quella di 470 chilocicli.

Convertire la frequenza del segnale in arrivo in un'altra frequenza qualsiasi, è cosa facile. A tale scopo provvede la prima valvola del circuito, quella contrassegnata con V 1 nello schema elettrico. Ed è proprio per questo motivo che la prima valvola di un circuito supereterodina viene chiamata **convertitrice.**

Questa prima valvola svolge tre compiti: amplifica i segnali radio in arrivo dall'antenna, genera delle oscillazioni in alta frequenza e mescola queste oscillazioni con quelle dei segnali radio in arrivo. All'uscita della valvola, e per uscita si intende la sua placca (piedino 5) è presente il segnale radio che si vuol ricevere ed ascoltare, convertito nella frequenza di 470 Kc/s. Tutti i segnali radio che si vogliono ricevere, qualunque sia la loro frequenza, si ritrovano sulla placca di questa valvola con la frequenza di 470 Kc/s.

Lo stadio di alta frequenza, cioè la porta di ingresso del circuito ai segnali radio, è composto principalmente dalle bobine di sintonia, dalle bobine oscillatrici, dal condensatore variabile (C 2 — C 3) e dalla valvola convertitrice V 1.

Supereterodina: stadio AF.

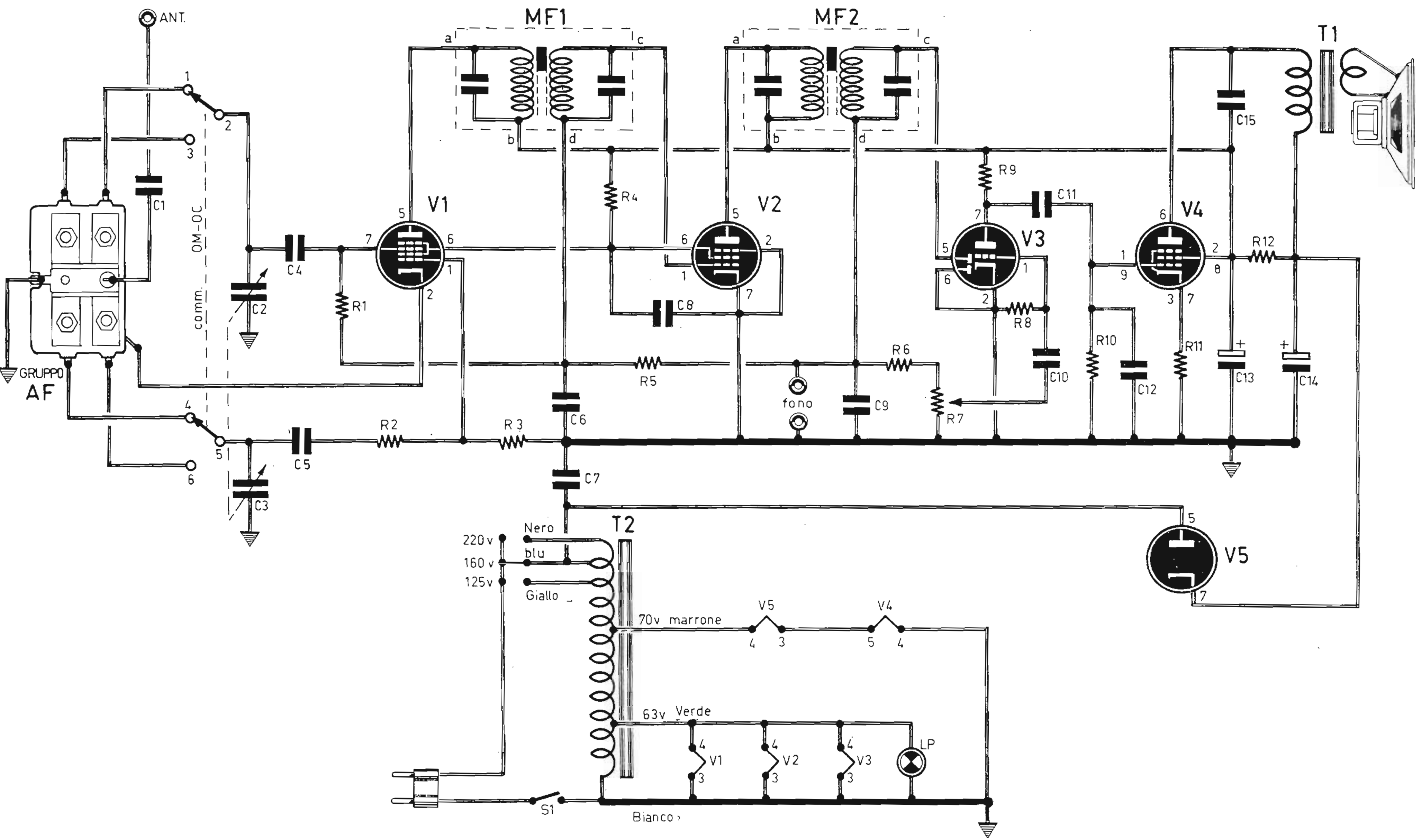
I segnali radio, captati dall'antenna, entrano nel circuito di sintonia attraverso il condensatore C 1. Tale condensatore, che viene chiamato « condensatore d'antenna », ha il compito di impedire che nel ricevitore radio possano entrare frequenze disturbatrici di basso valore esistenti in prossimità del ricevitore radio. Dunque, il condensatore C 1 costituisce, in certo qual modo, un primo filtro del ricevitore, quello che permette l'accesso al circuito dei soli segnali radio ad alta frequenza.

Questi segnali attraversano l'avvolgimento primario della bobina di aereo per onde corte e l'avvolgimento primario della bobina di aereo per onde medie. Da questi avvolgimenti, i segnali radio si trasferiscono, per induzione, negli avvolgimenti secondari. Il commutatore d'onda preleva tali segnali, a seconda della sua posizione, dalla bobina delle onde medie o da quella delle onde corte. Il condensatore variabile C 2 rappresenta una delle due sezioni in cui è suddiviso il condensatore variabile che va applicato sopra il telaio. Tale sezione prende il nome di « sezione d'aereo »; essa, assieme agli avvolgimenti secondari della bobina d'aereo per onde medie e di quella per onde corte, compone il circuito di sintonia del ricevitore radio per le onde corte o per le onde medie; è questo il circuito che permette di selezionare i segnali radio presenti sull'antenna, scegliendo quello preferito attraverso la semplice manovra di rotazione del perno del condensatore variabile.

Quando si ruota il perno del condensatore variabile, la sezione di aereo ruota simultaneamente alla sezione d'oscillatore (C 3). Tale sezione è collegata, tramite il commutatore d'onda, alla bobina oscillatrice d'aereo o alla bobina oscillatrice delle onde corte. Assieme a queste bobine, il condensatore C 3 costituisce il secondo circuito oscillante del ricevitore, quello che genera le oscillazioni locali. La variazione della frequenza di risonanza di questo circuito avviene simultaneamente a quella del circuito di sintonia, in modo tale che la somma algebrica delle due frequenze, quella in arrivo dall'antenna e quella generata dall'oscillatore locale risulti sempre di 470 Kc/s.

Supereterodina: stadio amplificatore MF

Tra la valvola V 1 e la valvola V 2 è interposto un importante componente radioelet-


ANT.
MF1
MF2
T1
V1
V2
V3
V4
V5
T2
GRUPPO
AF
comm.
OM-OC
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
C14
C15
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
fono
220v
160v
125v
Nero
blu
Giallo
70v marrone
63v Verde
Bianco
LP
S1

COMPONENTI:

Condensatori

C 1 = 2.200 pF
C 2 - C 3 = condensatore variabile
C 3 = vedi C 2
C 4 = 220 pF
C 5 = 47 pF
C 6 = 47.000 pF
C 7 = 10.000 pF
C 8 = 10.000 pF
C 9 = 220 pF
C 10 = 10.000 pF
C 11 = 10.000 pF
C 12 = 220 pF
C 13 - C 14 = 40 + 40 mF (elettrolitico)
C 14 = vedi C 13
C 15 = 4.700 pF

Resistenze

R 1 = 1 megaohm (marrone-nero-verde)
R 2 = 100 ohm (marrone-nero-marrone)
R 3 = 22.000 ohm (rosso-rosso-arancio)
R 4 = 4.700 ohm (giallo-viola-rosso)
R 5 = 2,2 megaohm (rosso-rosso-verde)
R 6 = 47.000 ohm (giallo-viola-arancio)
R 7 = 0,5 megaohm (potenziometro con interruttore S 1)
R 8 = 10 megaohm (marrone-nero-blu)
R 9 = 220.000 ohm (rosso-rosso-giallo)
R 10 = 470.000 ohm (giallo-viola-giallo)
R 11 = 150 ohm - 1 watt (marrone-verde-marrone)
R 12 = 1.000 ohm - 1 watt (marrone-nero-rosso)

Valvole

V 1 = 6 BE 6
V 2 = 6 BA 6
V 3 = 6 AT 6 (6 AV 6)
V 4 = 35 D 5 (35 QL 6)
V 5 = 35 X 4 (35 A 3 - 35 W 4)

Il ricevitore radio con circuito supereterodina rappresenta il traguardo ultimo per ogni dilettante o appassionato di radiotecnica. Un tale circuito è anche il più difficile da realizzare e il più complicato per la messa a punto e taratura. I risultati, tuttavia, sono ottimi, perchè la conversione di frequenza permette di eliminare tutti quei disturbi caratteristici dei ricevitori a valvole, dovuti appunto ai vari processi di amplificazione che compongono gli stadi di alta frequenza.

trico: il primo trasformatore di media frequenza, che nello schema elettrico è contrassegnato con la sigla MF 1 e che nel gergo radiotecnico prende semplicemente il nome di media frequenza. La linea tratteggiata, che racchiude la media frequenza, sta ad indicare che i due avvolgimenti, che rappresentano il primario e il secondario del trasformatore, sono racchiusi assieme a due piccoli condensatori, in una custodia metallica dalla cui parte inferiore fuoriescono i quattro conduttori contrassegnati, nello schema elettrico, con le lettere minuscole: a, b, c, d. Lungo uno spigolo dei due trasformatori di media frequenza risultano praticati due fori; dentro questi fori si notano due piccoli nuclei di ferrite, recanti il taglio della vite. Questi nuclei risultano avvitati nei supporti dei due avvolgimenti, primario e secondario, che compongono ciascun trasformatore di media frequenza. La loro regolazione (possono essere avvitati e svitati dal tecnico) va fatta in sede di taratura del ricevitore, ma di ciò sarà detto più avanti.

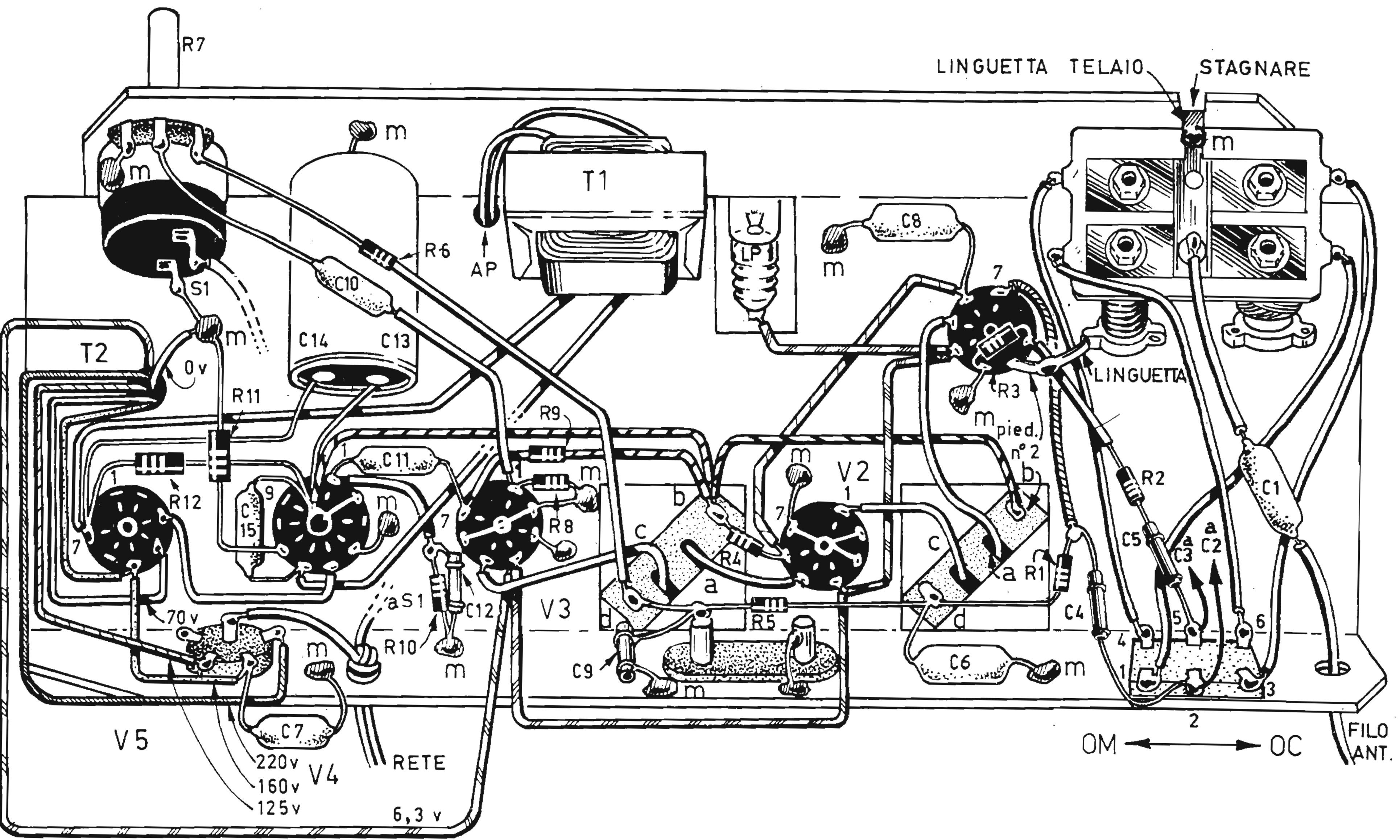
Il trasformatore di media frequenza MF 1 accoppia, induttivamente lo stadio di entrata di alta frequenza del ricevitore con lo stadio amplificatore di media frequenza. Ma al trasformatore di media frequenza è affidato un altro compito, molto più importante del primo, quello di lasciar via libera ai soli segnali radio la cui frequenza è di 470 Kc/s. Eventuali segnali radio, di valore diverso di frequenza, che fossero riusciti ad oltrepassare lo stadio convertitore, vengono « rifiutati » dal trasformatore MF 1 e non possono raggiungere la valvola amplificatrice di media frequenza V 2.

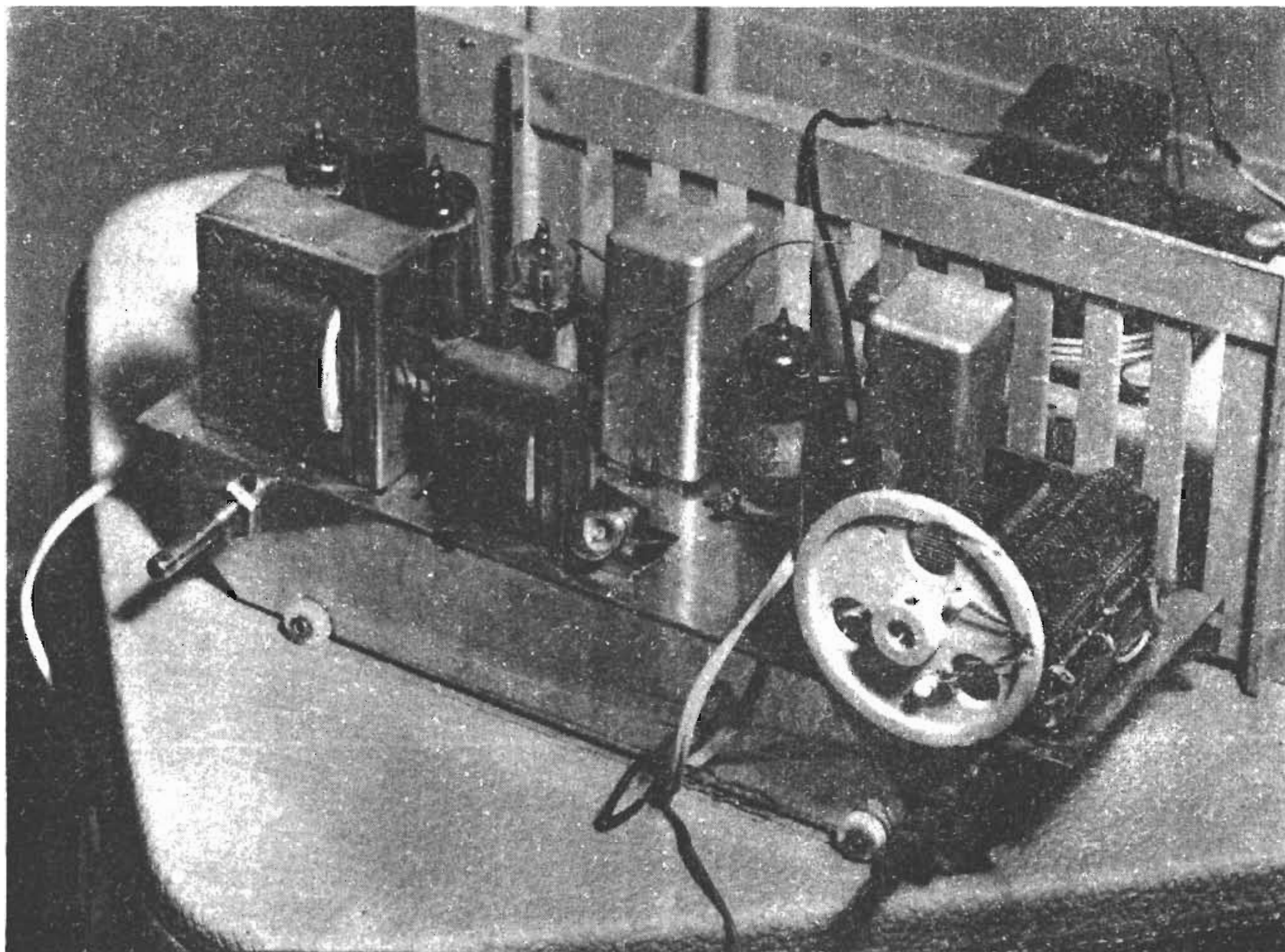
Dunque, il trasformatore MF 2 funge da elemento accoppiatore di due stadi e da filtro selettivo delle frequenze radio.

I segnali radio di media frequenza, che hanno attraversato MF 1, vengono applicati alla griglia controllo (piedino 1) della valvola V 2 e vengono da questa amplificati; essi vengono prelevati alla sua uscita ed applicati all'avvolgimento primario della seconda media frequenza MF 2, che provvede ad un ulteriore filtraggio delle frequenze e provvede altresì ad accoppiare lo stadio amplificatore di media frequenza con lo stadio rivelatore.

Supereterodina: stadio rivelatore

La valvola V 3 è una valvola tripla; essa contiene interamente un numero di elettro-


LINGUETTA TELAIO
STAGNARE
LINGUETTA
R7
T1
T2
AP
LP1
S1
0 v
70 v
220 v
160 v
125 v
6,3 v
RETE
V2
V3
V4
V5
m pied.) n°2
FILO ANT.
OM
OC
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
C14
C15
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R8
R9
R10
R11
R12
aS1



Ecco il ricevitore con circuito supereterodina completamente montato, prima di essere inserito nel mobile contenitore. Sulla destra si notano i componenti del circuito di alta frequenza; al centro sono allogati gli elementi caratteristici degli stadi di media frequenza; sull'estrema sinistra si notano i componenti del circuito di bassa frequenza.

Lo schema teorico di un ricevitore a circuito supereterodina difficilmente può essere tradotto in un montaggio reale senza l'ausilio di un preciso e completo piano di cablaggio, come quello riportato nel disegno della pagina accanto. La realizzazione di questo piano di cablaggio deve essere iniziata con i collegamenti del trasformatore di alimentazione e quelli del circuito di accensione.

di che, un tempo, ai primordi della radio, venivano montati in tre valvole diverse. Dunque, nella valvola V 3 sono comprese tre valvole: due diodi rettificatori ed un triodo amplificatore di bassa frequenza. I due diodi sono rappresentati dalle due placchette facenti capo ai piedini 5 e 6 dello zoccolo e dal catodo, comune, facente capo al piedino 2 dello zoccolo; il triodo è rappresentato dalla placca, dalla griglia controllo e dal catodo; esiste dunque un solo catodo comune alle tre diverse funzioni della valvola V 3.

I due terminali dell'avvolgimento secondario di MF 2 sono collegati ad una placchetta della valvola (piedino 1) ed al circuito di massa attraverso le resistenze R 6 ed R 7. La placchetta corrispondente al piedino 1 dello zoccolo ed il catodo della valvola formano il diodo rivelatore; esso permette il passaggio delle sole semionde di uno stesso nome del segnale di media frequenza. Dunque, in questo circuito si effettua la rivelazione dei segnali radio, che divengono segnali di bassa frequenza. La tensione del segnale rivelato

è presente sui terminali della resistenza R 7, che è di tipo variabile. Al condensatore C 9 è affidato il compito di fugare a massa la parte residua di alta frequenza ancora presente nelle semionde del segnale rivelato.

Supereterodina: circuito CAV

Dal circuito rivelatore viene prelevata una parte della tensione rivelata tramite la resistenza R 5. Tale tensione viene applicata al secondario di MF 1 e alla griglia controllo della valvola V 1; è questa una tensione negativa che polarizza più o meno le griglie controllo delle prime due valvole. Quando il segnale ricevuto è molto intenso, anche la tensione negativa aumenta e, di conseguenza, le griglie controllo sono maggiormente polarizzate e le prime valvole sono costrette ad amplificare di meno. Viceversa, quando il segnale presente nel circuito di rivelazione è debole, anche la tensione negativa di polarizzazione è bassa e le valvole amplificano di più. In ciò consiste il funzionamento del circuito CAV, cioè del controllo automatico di volume.

Supereterodina: stadio preamplificatore BF

Sulla resistenza R 7 viene prelevata la tensione del segnale rivelato ed applicata, tramite il condensatore C 10 alla griglia controllo della sezione triodica della valvola V 3, che costituisce il preamplificatore dei segnali di bassa frequenza. La resistenza R 7 è un potenziometro ed il cursore, corrispondente alla freccia dello schema elettrico, permette di dosare la quantità di tensione rivelata che si vuole amplificare e trasformare in voci e suoni. Il potenziometro R 7, quindi, rappresenta il regolatore manuale del volume sonoro del ricevitore.

La presa fono è applicata sul circuito di rivelazione, più precisamente il segnale proveniente dal pick-up è applicato sui terminali delle resistenze R 6 ed R 7 ed il potenziometro permette, in questo caso, di dosare l'entità del segnale fonografico che si vuol amplificare.

Supereterodina: stadio amplificatore finale

Lo stadio amplificatore finale è pilotato dalla valvola V 4, che è un pentodo. I segnali di bassa frequenza preamplificati dalla valvola V 3 vengono prelevati dalla sua placca (piedino 7) per mezzo del condensatore C 11 e vengono applicati alla griglia controllo (piedini 1-9 indifferentemente) della valvola V 4. Il condensatore C 11 accoppia lo stadio preamplificatore di bassa frequenza con lo stadio amplificatore finale e viene perciò chiamato condensatore di accoppiamento. La resistenza R 10 rappresenta la resistenza di polarizzazione di griglia controllo della valvola V 4.

I segnali amplificati vengono prelevati dalla placca (piedino 6) ed applicati all'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita T 1, che rappresenta anche il carico anodico della valvola amplificatrice finale. Sull'avvolgimento secondario di T 1 è applicato l'altoparlante, che trasforma in voci e suoni la corrente di bassa frequenza, sufficientemente intensa, che percorre la sua bobina mobile.

Supereterodina: stadio alimentatore

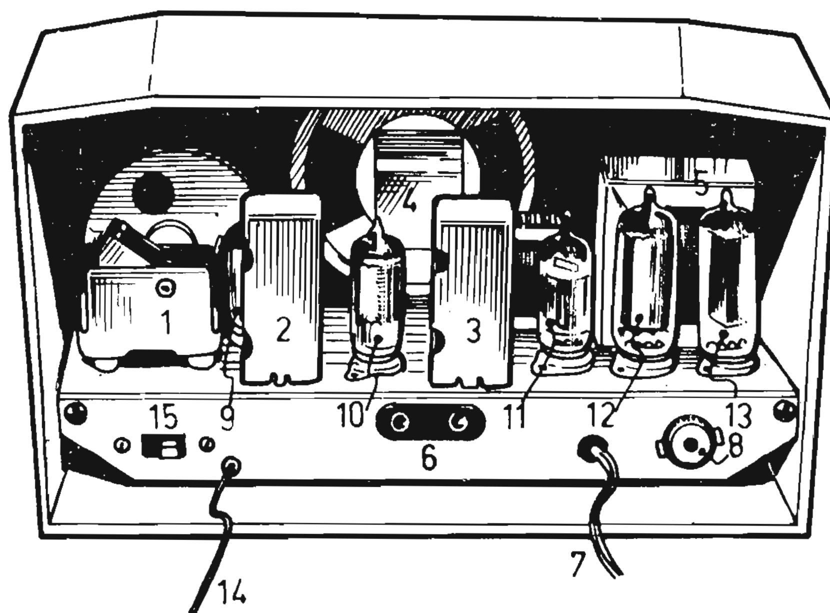
L'alimentazione del ricevitore è ricavata dalla rete-luce. La tensione di rete è applicata all'autotrasformatore T 2 dotato di sei terminali; tre di questi terminali fanno capo al cambiotensione e corrispondono alle tensioni di rete di 125, 160 e 220 volt. Il terminato O va collegato a massa, cioè con il telaio del ricevitore; il terminale a 6,3 volt alimenta, in parallelo, i filamenti delle valvole V 1, V 2 e V 3 e quello della lampada-spia che serve ad illuminare la scala parlante del ricevitore. Il terminale a 70 volt serve ad alimentare in serie i due filamenti delle valvole V 4 e V 5.

La tensione di alimentazione anodica del circuito viene prelevata dal terminale a 160 volt dell'autotrasformatore T 2; essa viene applicata alla placca (piedino 5) della valvola raddrizzatrice monoplacca; la tensione raddrizzata è presente sul catodo (piedino 7) di V 5; essa viene applicata alla cellula di filtro composta dalla resistenza R 12 e dai due condensatori elettrolitici C 13 e C 14.

Supereterodina: montaggio

Il montaggio del ricevitore si effettua in due tempi. In un primo tempo si montano tutti i componenti per i quali non è necessario, o lo è solo in minima parte, l'uso del

Togliendo il pannello di chiusura posteriore del ricevitore supereterodina si notano i seguenti elementi: 1 = condensatore variabile; 2 = primo trasformatore di media frequenza; 3 = secondo trasformatore di media frequenza; 4 = altoparlante; 5 = trasformatore d'alimentazione; 6 = presa per pick-up; 7 = cordone di alimentazione; 8 = cambio-tensione; 9 = valvola convertitrice; 10 = valvola amplificatrice M.F.; 11 = valvola rivelatrice; 12 = valvola amplificatrice finale; 13 = valvola raddrizzatrice; 14 = conduttore di antenna.



saldatoio; in un secondo tempo si effettua il cablaggio, cioè la saldatura dei conduttori e dei componenti. Le operazioni di taratura e messa a punto del ricevitore si effettuano a montaggio ultimato. Ovviamente, prima di iniziare il montaggio del ricevitore, occorre procurarsi tutti i componenti necessari e ordinarli sul banco di lavoro, raggruppando assieme, da una parte i condensatori e le resistenze, mentre da un'altra parte si raggrupperanno tutti gli altri elementi. Questo primo lavoro di ordinamento generale serve, oltre che a snellire il lavoro di montaggio, anche a riconoscere, nella realtà i vari componenti che nello schema teorico sono indicati soltanto per mezzo di simboli. Comunque, sotto gli occhi del radiomontatore deve essere posto il telaio metallico, perchè su di esso verranno montate le varie parti.

Anche per il montaggio meccanico occorre seguire un ordine di lavoro che, pur non essendo strettamente rigoroso, rappresenta un procedimento di massima accettato da tutti. I componenti da montare successivamente sul telaio sono: l'autotrasformatore, il trasformatore d'uscita, il potenziometro, il cambiotensione, gli zoccoli portavalvola, i trasformatori di media frequenza, il commutatore per il cambio d'onda, la presa fono, il perno di comando della sintonia, il condensatore variabile, la lampada spia e, per ultimo, il gruppo di alta frequenza nel quale sono contenute le bobine d'aereo e d'oscillatore.

Il cablaggio si esegue seguendo il disegno rappresentativo dello schema pratico.

Supereterodina: taratura.

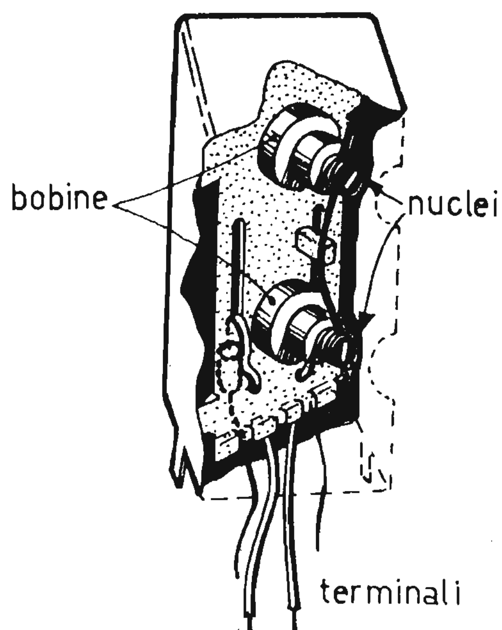
La taratura costituisce l'ultima operazione da farsi, dopo aver completato il montaggio del ricevitore e dopo essersi accertati, schemi alla mano, della precisione dei collegamenti effettuati.

Soltanto dopo questa certezza si potranno infilare le cinque valvole nei rispettivi zoccoli ed accendere il ricevitore. Nel migliore dei casi, ma ciò non capita spesso, si potrà verificare un pronto funzionamento del ricevitore. In caso contrario occorre procedere alla taratura dei circuiti accordati prima di decidere se si sono commessi errori.

Per la taratura del ricevitore si possono seguire due metodi: quello con l'oscillatore modulato e quello, empirico, a orecchio, ma che non dà mai risultati perfetti.

La taratura dell'apparecchio, senza l'impiego dell'oscillatore modulato, si esegue nel seguente modo.

Facendo ruotare la manopola di comando di sintonia si cerca di individuare una emit-

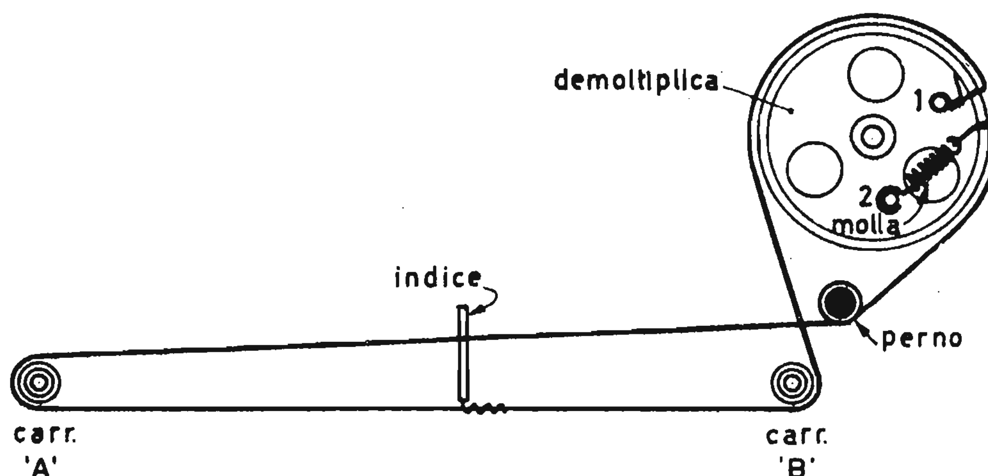


tente molto debole e si regolano i nuclei delle due medie frequenze, cominciando dalla seconda (MF2), fino ad ottenere un ascolto che sia il più potente possibile. L'operazione va ripetuta per due o tre volte. Si tenga presente che quando le medie frequenze sono starate, le emittenti possono apparire sotto forma di un fischio più o meno intenso, accompagnato da rumorosità. In assenza totale di emittenti occorre dunque agire con pazienza sui quattro nuclei delle due medie frequenze, ruotando contemporaneamente il comando di sintonia, fino ad ascoltare un fischio, un rumore o, nel migliore dei casi, una emittente.

Per quanto riguarda il gruppo A.F. si procede così. Si porta la lancetta della scala

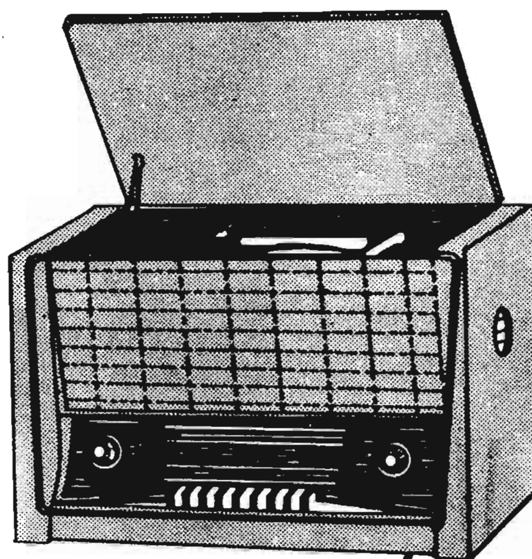
Il trasformatore di media frequenza è un circuito composto da due avvolgimenti (bobine) muniti di nucleo di ferrite mobile per poter regolare la induttanza degli avvolgimenti stessi. In parallelo alle due bobine risultano collegati due condensatori che compongono, assieme alle prime, due normali circuiti accordati. Il tutto è racchiuso in un contenitore metallico, che ha funzioni di schermo elettromagnetico ed impedisce ai segnali di disperdersi o di interessare in forma dannosa altre parti del ricevitore radio.

Questo è il piano di montaggio della meccanica della scala parlante del ricevitore supereterodina.
Il filo di nylon è avvolto con due giri sul perno di comando di sintonia; esso scorre su due carrucole ed è applicato nei punti 1-2 sulla demoltiplica. Il terminale applicato al punto 2 è quello che, per mezzo della molla di acciaio a spirale, permette di mantenere in tensione l'intera funicella. L'indice, rappresentato da uno spezzone di filo di rame, introdotto in un tubetto colorato, è avvolto sul tratto inferiore, orizzontale, della funicella.



parlante verso quella estremità della scala dove sono indicate le stazioni che trasmettono sulla lunghezza d'onda più alta (minima frequenza) facendo corrispondere la lancetta con una emittente italiana nota di cui si conosce il programma trasmesso in quel momento.

Con l'apposito attrezzo di plastica, incluso nella scatola di montaggio, si regola il nucleo dell'oscillatore onde medie (1) fino a che si arriva a ricevere l'emittente su cui è stata fermata la lancetta della scala. Si regola quindi il nucleo relativo all'aereo onde medie (4) fino ad ottenere la massima potenza di uscita. Questa stessa operazione si esegue poi portando l'indice della scala del ricevitore verso l'altra estremità della scala stessa, dalla parte delle onde più corte (frequenze alte) sopra l'indicazione di una nota emittente italiana di cui si conosce il programma trasmesso in quel momento. Si agisce dapprima sul compensatore dell'oscillatore onde medie (dado esagonale 1) fino alla ricezione della emittente e poi sul compensatore di aereo (dado esagonale 4) fino ad ottenere la massima uscita. Con questo stesso ordine le operazioni fin qui elencate vanno ripetute per la gamma onde corte.



alimentatori

ALIMENTATORI

Circuiti alimentatori

Tutti i radioapparati sono dotati di un circuito alimentatore, che prende il nome di stadio alimentatore. Questo circuito è il primo che ogni dilettante impara a conoscere e a realizzare.

Lo stadio alimentatore provvede ad erogare le tensioni di alimentazione di tutti i circuiti che compongono il radioricevitore: le tensioni di accensione dei filamenti delle valvole e le tensioni anodiche, quelle che vengono applicate alle placche e agli altri elettrodi delle valvole per permettere il loro funzionamento. In tutti gli apparecchi radio gli stadi alimentatori possono essere di due principali tipi diversi: stadi alimentatori a pile o ad accumulatori e stadi alimentatori che traggono l'energia elettrica dalla rete-luce. In ordine di importanza vengono prima gli stadi alimentatori che traggono l'energia elettrica dalla rete-luce e poi quelli a batteria.

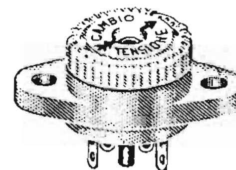
Gli stadi alimentatori che sfruttano la tensione della rete-luce svolgono, generalmente, i seguenti compiti: trasformano la tensione della rete-luce in una tensione più elevata per alimentare i circuiti anodici degli apparecchi radio, riducono la tensione di rete a valori bassi per l'accensione delle valvole (alimentazione dei filamenti), trasformano la corrente alternata in corrente continua.

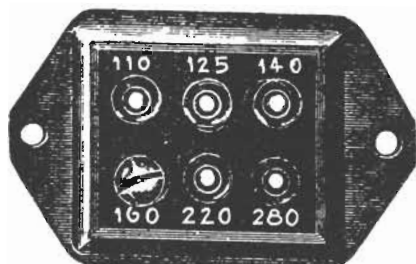
Il primo compito, quello di elevare e ridurre la tensione di rete, è riservato al trasformatore di alimentazione, e i circuiti alimentatori provvisti di trasformatore di alimentazione sono certamente i migliori: essi sono presenti in tutti i ricevitori radio di classe. Nei ricevitori radio di tipo economico, invece, il trasformatore di alimentazione viene sostituito con l'autotrasformatore. Il trasformatore è un componente dotato di avvolgimento primario e di due o più avvolgimenti secondari. L'avvolgimento primario risulta elettricamente isolato dall'avvolgimento secondario e l'energia elettrica si trasferisce dall'avvolgimento primario a quello secondario in virtù del principio di induzione elettromagnetica. E poichè l'avvolgimento primario risulta direttamente collegato con i conduttori della tensione di rete-luce, gli avvolgimenti secondari, che alimentano l'apparecchio radio, conferiscono al ricevitore la caratteristica di rimanere elettricamente isolato dalla rete-luce, ed è questo uno dei primi vantaggi offerti dal trasformatore di alimentazione.

L'avvolgimento primario di ogni trasformatore di alimentazione è generalmente dotato di un certo numero di terminali. Due di questi terminali sono collegati alle due estremità dell'avvolgimento; gli altri terminali rappresentano le prese intermedie dell'avvolgimento primario; a queste prese intermedie si possono applicare tensioni elettriche di diverso valore. In pratica, ad uno dei due conduttori estremi dell'avvolgimento primario viene applicato direttamente uno dei due conduttori che compongono il cordone di alimentazione. Il secondo conduttore del cordone di alimentazione viene collegato ad uno speciale tipo di presa elettrica che prende il nome di cambiotensione. Questo componente è dotato di un certo numero di terminali, dei quali uno risulta più distanziato dagli altri:







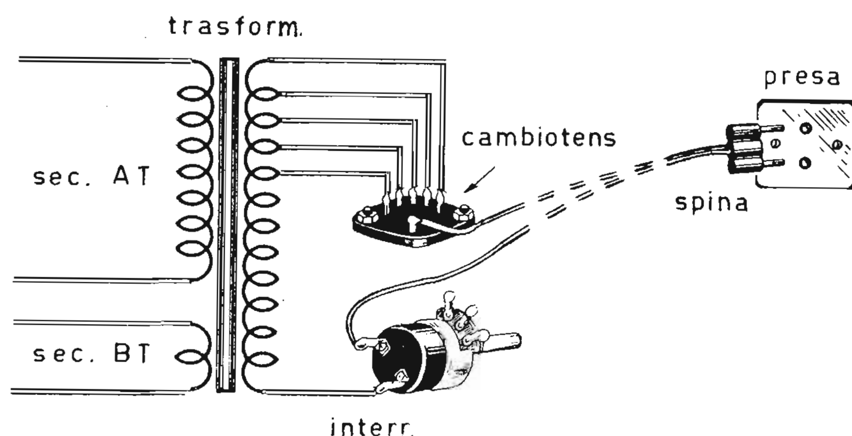


Il cambiotensione è un componente assai importante per tutti i tipi di ricevitori radio alimentati con la tensione di rete. Esso permette di adattare l'avvolgimento primario del trasformatore di alimentazione al corrispondente valore della tensione. Nelle figure sono riportati alcuni esempi di questo componente. A sinistra i tipi più vecchi e, a destra, quelli di modernissima concezione.

a questo terminale viene collegato uno dei due conduttori di rete. L'altro conduttore di rete viene collegato ad un altro componente importante, che fa parte del circuito primario del trasformatore di alimentazione, cioè all'interruttore. L'interruttore serve per interrompere e per ristabilire a piacere la conduttività di uno dei due fili elettrici che compongono il cordone di alimentazione. Nei ricevitori radio di tipo professionale l'interruttore, che serve ad accendere e spegnere il ricevitore radio, risulta incorporato in un particolare componente che prende il nome di potenziometro e che serve anche per regolare il volume sonoro del ricevitore radio. Pertanto, in tutti i ricevitori radio di tipo commerciale mediante una stessa manopola si riesce ad accendere e spegnere il ricevitore e a regolarne il volume sonoro. Talvolta l'interruttore è incorporato in un altro potenziometro, quello che serve a regolare la tonalità del suono.

L'avvolgimento secondario del trasformatore di alimentazione, quello di tipo più completo, è composto di tre distinti avvolgimenti. L'avvolgimento maggiore è quello che genera l'alta tensione necessaria per l'alimentazione dei circuiti anodici del ricevitore radio. Questo avvolgimento è dotato di tre terminali: due di essi fanno capo alle estremità dell'avvolgimento, mentre il terzo fa capo ad una presa centrale equidistante dalle due estremità.

Gli altri due avvolgimenti secondari servono per alimentare i filamenti delle valvole. Normalmente questi due avvolgimenti erogano la tensione di 6,3 V. e quella di 5 V.;



Il circuito di alimentazione dell'avvolgimento primario del trasformatore prevede l'applicazione di tre elementi: il cambiotensione, l'interruttore (incorporato nel potenziometro) e la spina di rete. Il cambiotensione è collegato ai terminali del trasformatore e ad uno dei due conduttori di rete.

quest'ultima tensione serve per alimentare il filamento della sola valvola raddrizzatrice, che ha il compito di trasformare la corrente alternata, erogata dall'avvolgimento secondario ad alta tensione del trasformatore di alimentazione, in una corrente unidirezionale (non continua).

In molti tipi di apparecchi radio, di costruzione economica, il trasformatore di alimentazione è sostituito con l'autotrasformatore.

L'autotrasformatore è un trasformatore nel quale non esiste l'avvolgimento secondario: in esso è presente un solo avvolgimento, che funge contemporaneamente da avvolgimento primario e da avvolgimento secondario. Questo avvolgimento è dotato di due terminali estremi e di alcuni terminali intermedi. Le tensioni, aumentate o ridotte rispetto a quella della rete-luce, vengono prelevate fra un terminale estremo dell'avvolgimento e uno dei terminali intermedi, oppure direttamente fra due terminali intermedi. In commercio esistono pure autotrasformatori dotati di un avvolgimento secondario vero e proprio, in grado di erogare la tensione di 6,3 V.; a questo avvolgimento fa capo il circuito di accensione dei filamenti delle valvole, compreso il filamento della valvola raddrizzatrice. Anche questo componente, che in pratica è un trasformatore, prende il nome di autotrasformatore. Dunque, nel gergo radiotecnico si chiamano autotrasformatori tutti quei componenti nei quali manca un avvolgimento secondario ad alta tensione.

In taluni tipi di apparecchi radio, di costruzione molto economica, manca anche il trasformatore di alimentazione. In questo caso la tensione anodica del circuito si identifica con la tensione di rete-luce, mentre i filamenti delle valvole vengono collegati in serie tra di loro in modo da costituire un unica resistenza che, per accendersi, richiede un valore di tensione pari a quello di rete-luce. Ovviamente, in questi tipi di ricevitori radio si fa impiego di speciali valvole, munite di filamenti adatti per funzionare con tensioni elevate.

Alimentatore sperimentale

La necessità di un alimentatore sperimentale, da tener sempre pronto per l'alimentazione di circuiti radio di tipo sperimentale, è risentita da tutti i principianti, che non possono progettare e realizzare, per ogni circuito di apparato radioricevitore, un nuovo alimentatore.

Quello qui descritto risponde a tali esigenze dilettantistiche, ed è stato appositamente concepito per alimentare una parte dei circuiti classici descritti nel precedente capitolo.

Osservando lo schema elettrico, si nota subito che questo alimentatore è equipaggiato con un trasformatore di alimentazione (T 1), dotato di un avvolgimento primario e di due avvolgimenti secondari. L'avvolgimento primario è adatto per essere alimentato con cinque valori diversi di tensione alternata (110 - 125 - 140 - 160 - 220). Sull'avvolgimento primario è presente l'interruttore S 1, collegato in serie ad uno dei due conduttori del cordone di alimentazione.

Gli avvolgimenti secondari sono due: quello a 190 V. serve per alimentare i circuiti anodici dei ricevitori radio, mentre quello a 6,3 V. serve per alimentare i circuiti di accensione dei filamenti delle valvole.

L'avvolgimento secondario AT è munito di due soli terminali (manca il terminale centrale presente in molti tipi di trasformatori di alimentazione).

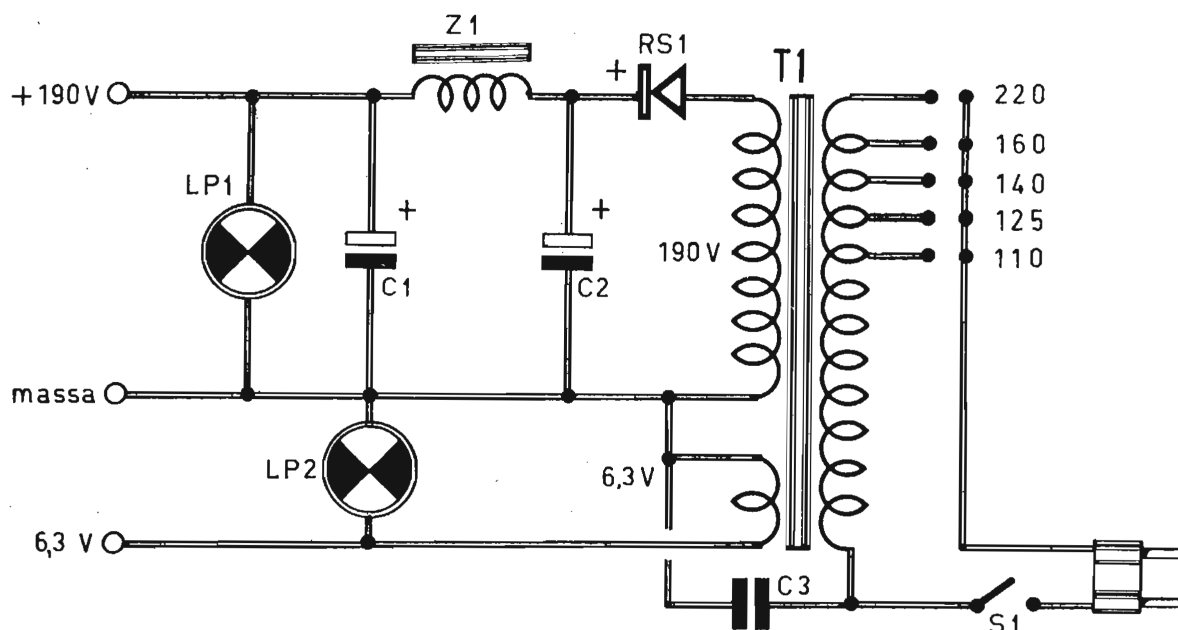
Quando manca il terminale centrale, l'avvolgimento secondario AT serve per far funzionare una valvola raddrizzatrice monoplacca (ad una sola placca), oppure un raddrizzatore al selenio o al silicio. Nel progetto descritto è presente un raddrizzatore al selenio (RS 1).

Sui due terminali estremi dell'avvolgimento secondario AT sono presenti le alternanze dell'alta tensione; una sola di queste alternanze viene sfruttata per essere trasformata in una sequenza di sole semionde positive.

Ciò avviene quando è inserito nel circuito un raddrizzatore al selenio o al silicio, oppure una valvola monoplacca.

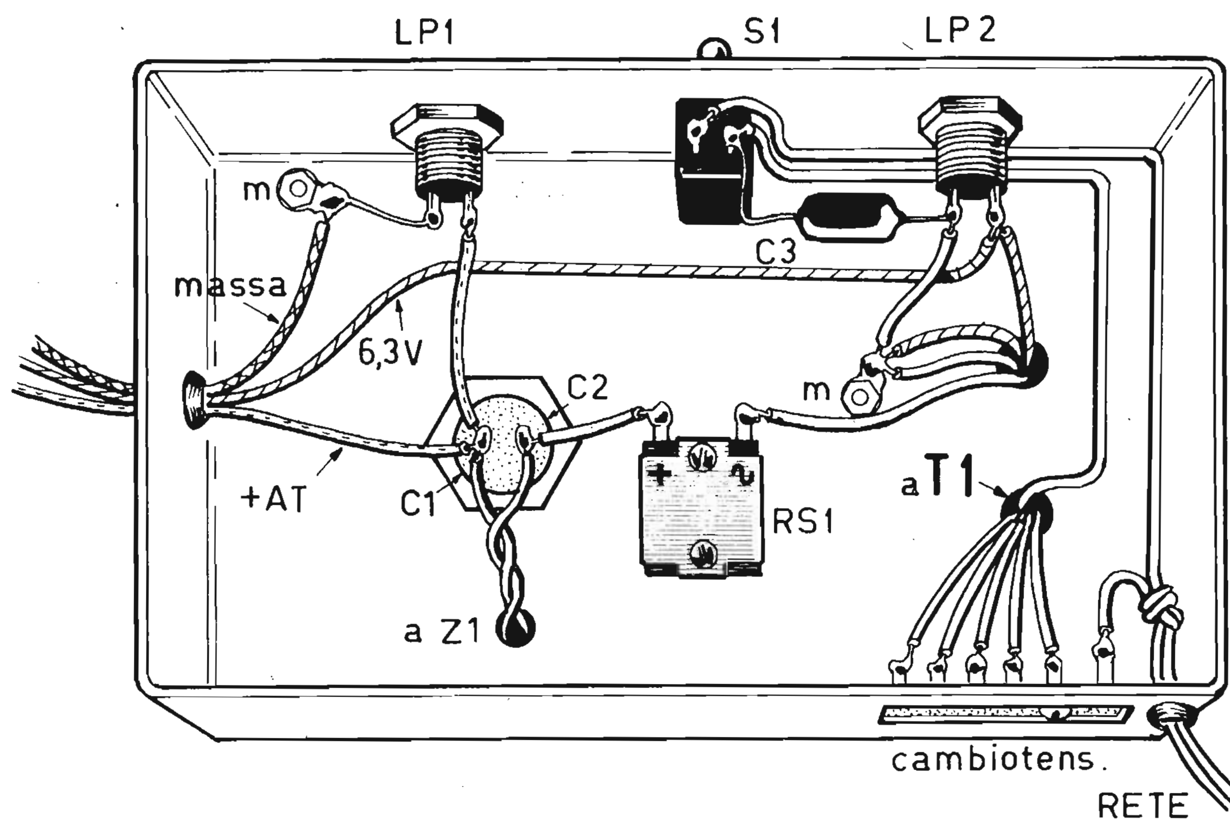
La tensione, e di conseguenza anche la corrente, a valle del raddrizzatore, è composta da un « treno » di semionde positive; quindi si tratta di una tensione unidirezionale, ma non continua. Per l'alimentazione dei circuiti anodici dei ricevitori radio è necessaria invece una tensione continua.

Per trasformare la corrente unidirezionale pulsante in corrente continua, occorre introdurre nel circuito alimentatore, subito dopo

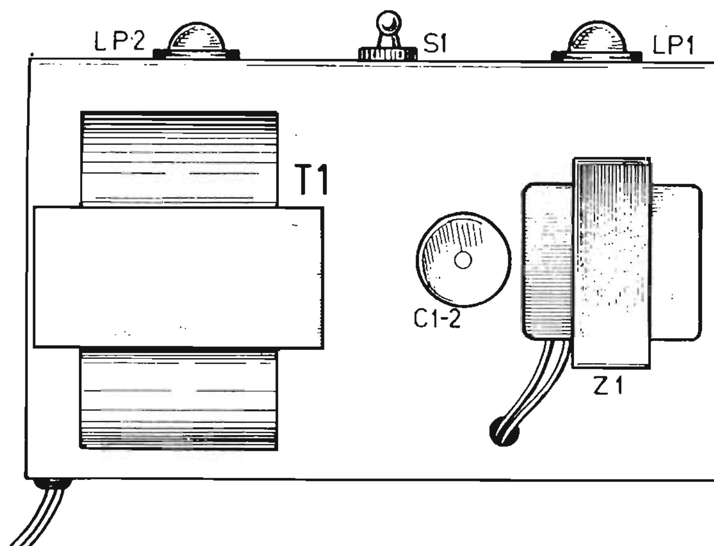


COMPONENTI

C 1 = 32 μF - 300 Vl. (elettrolitico)
C 2 = 32 μF - 300 Vl. (elettrolitico)
C 3 = 5.000 pF - 1500 Vl. (a carta)
T 1 = trasf. d'alimentaz. (40-50 W)
Z 1 = impedenza BF (500 ohm)
RS 1 = raddrizz. al selenio (250 V - 50 mA)
LP 1 = lampada spia al neon (220 V)
LP 2 = lampada spia (6,3 V - 150 mA)
S 1 = interrutt. a leva



Il circuito dell'alimentatore sperimentale, da abbinarsi ai ricevitori descritti nel precedente capitolo, deve essere realizzato su telaio metallico, che funge da conduttore unico di massa.
Le due lampade-spia (LP 1 - LP 2) segnalano il corretto funzionamento dei due avvolgimenti secondari ad alta tensione e a bassa tensione.



il raddrizzatore al selenio RS 1, un particolare circuito che prende il nome di FILTRO DI LIVELLAMENTO.

Il filtro di livellamento è costituito da una impedenza di bassa frequenza (Z 1) e da due condensatori elettrolitici di grande capacità (C 1-C 2). Il condensatore elettrolitico, collegato fra il raddrizzatore al selenio e l'impedenza di bassa frequenza prende il nome di « condensatore a monte », il secondo condensatore elettrolitico prende il nome di « condensatore a valle ».

In taluni circuiti alimentatori l'impedenza di filtro viene sostituita con una resistenza di basso valore ohmmico e di elevato wattaggio.

La lampada LP 1 è di tipo al neon, adatta per essere alimentata con una tensione di 220 V. Questa lampadina serve a segnalare la presenza dell'alta tensione continua. La lampada LP 2, alimentata con la tensione alternata di 6,3 V., è destinata ad illuminare la scala parlante del ricevitore radio; a seconda della potenza del trasformatore di alimentazione si possono collegare due e più lampade di illuminazione: tale possibilità dipende dal tipo di avvolgimento secondario a 6,3 V.

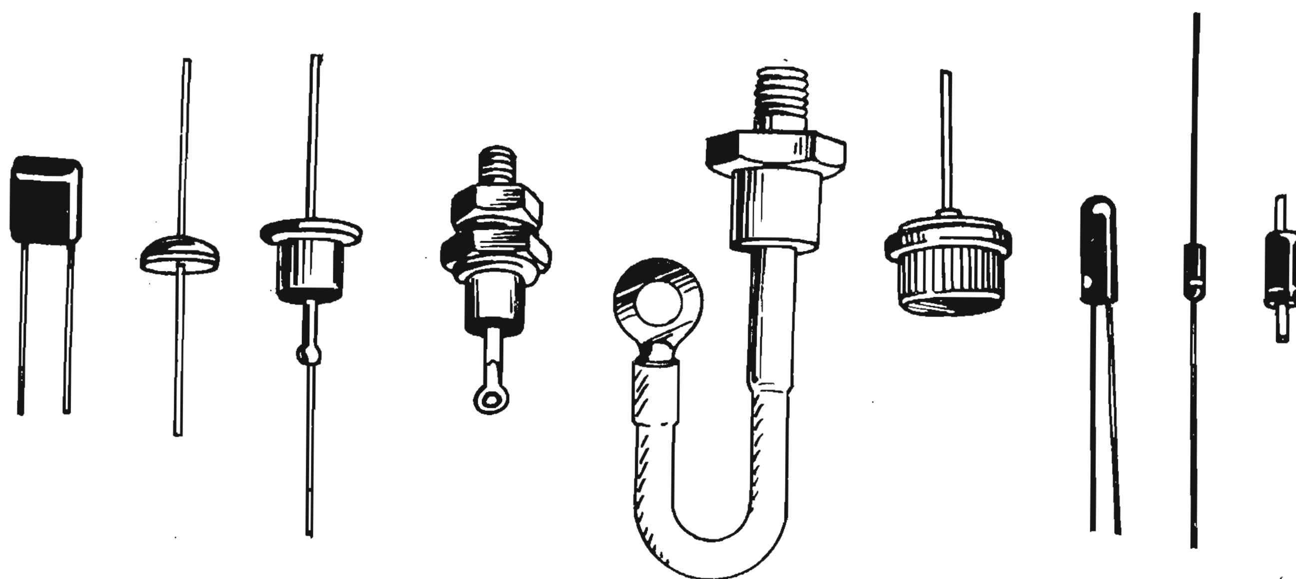
La realizzazione pratica di questo alimentatore sperimentale deve essere ottenuta su telaio metallico. Sulla parte superiore del telaio sono applicati il trasformatore T 1, il condensatore elettrolitico doppio C 1-C 2 e l'impedenza di bassa frequenza Z 1. Sulla parte anteriore del telaio, che funge da pannello di comando e di controllo, risultano applicati: l'interruttore a leva S 1, la lampada spia LP1 e la lampada LP 2, che segnala la presenza della tensione di alimentazione dei filamenti delle valvole.

Sulla parte di sotto del telaio si effettuano i collegamenti e si applicano: il raddrizzatore al selenio RS 1, il condensatore a carta C 3 e le prese di massa. La funzione del condensatore C 3 è quella di eliminare una parte dei disturbi che, altrimenti, giungerebbero al ricevitore radio attraverso i conduttori di rete. Sulla parte posteriore del telaio, cioè sulla parte opposta a quella in cui si è composto il pannello di comando, si applica il cambiotensione.

Controllo dei raddrizzatori al silicio

I diodi al silicio si sono imposti, da alcuni anni, nei montaggi dei circuiti alimentatori, così da dare il cambio, in molti casi, alla vecchia valvola raddrizzatrice e all'ingombrante raddrizzatore al selenio.

Oggi i diodi al silicio vengono montati nei televisori, nei magnetofoni e negli alimentatori di un gran numero di strumenti di misura e di radio apparati. Il diodo al silicio è un componente di piccole dimensioni, particolarmente adatto per i montaggi in miniatura, assai robuto ma, ciononostante, soggetto a rotture e a cortocircuiti interni. Uno strumento, dunque, in grado di analizzare rapidamente le condizioni elettriche dei diodi al silicio si rende più che necessario nel moderno laboratorio radiotecnico, dilettantistico e professionale. Il circuito qui descritto è al-



I diodi semiconduttori, che rappresentano dei componenti di modernissima concezione, trovano svariate applicazioni nei moderni circuiti elettronici. Nei circuiti radioelettrici, in particolare, vengono attualmente e abbondantemente usati i diodi al silicio in veste di elementi raddrizzatori della corrente alternata prelevata dalla rete-luce.

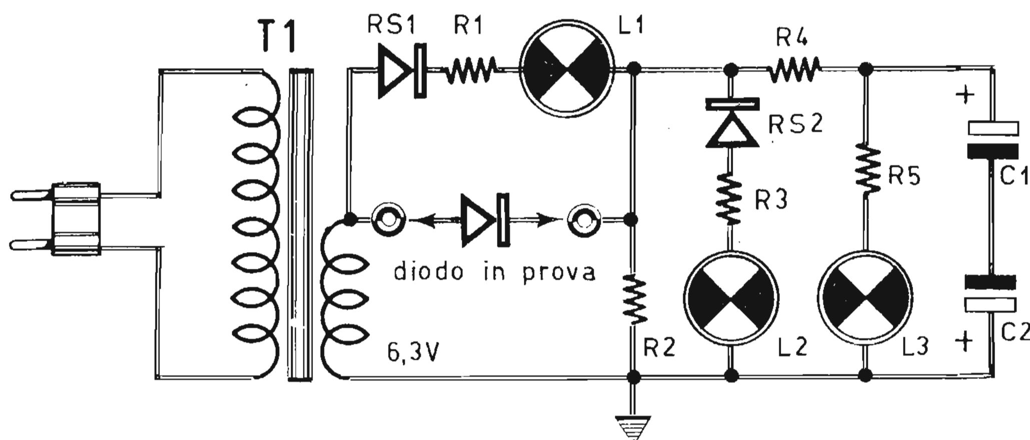
quanto semplice, molto economico, e in grado di controllare l'efficienza dei diodi al silicio attraverso tre lampade diversamente colorate. Con questo apparato è possibile il controllo dei diodi raddrizzatori al silicio in grado di erogare correnti pulsanti fino a 250 mA e più. L'elemento fondamentale del circuito è rappresentato dal trasformatore di alimentazione T 1, che è dotato di avvolgimento secondario a 6,3 V. La potenza del trasformatore è di 60 W.

Il circuito di prova dei diodi al silicio si compone ancora di due diodi raddrizzatori, di cinque resistenze, di due condensatori elettrolitici, di tre lampade spia e di due boccole nelle quali verranno inseriti i terminali dei diodi da esaminare.

Si supponga di inserire nelle boccole H-K un diodo al silicio interrotto per vedere il comportamento del circuito in queste condizioni. Collegando la spina dell'apparecchio alla rete-luce, così come esso è senza l'inserimento di alcun diodo nelle boccole H-K, la lampada spia L 1 che si trova inserita nel circuito R 1-R 2, è percorsa da una corrente intensa in virtù della debole resistenza del circuito e della corrente pulsante erogata dal raddrizzatore al silicio RS 1. La lampada L 2, al contrario, non si accende, perchè è montata in serie al diodo raddrizzatore RS 2 collegato in senso opposto, e attraverso la lampadina L 1 fluiscono soltanto le alternanze positive della corrente alternata. Per quanto riguarda il circuito R 4-R 5-L 3, esso presenta una eccessiva resistenza perchè la lampada-spia L 3 possa accendersi.

Le condizioni supposte equivalgono a quelle di inserimento nelle boccole A - K di un diodo raddrizzatore al silicio interrotto, e ciò equivale a non aver inserito nulla nel circuito, cioè ad alimentarlo così come esso sta. Per concludere si può dire che quando nelle boccole A - K si inserisce un diodo al silicio da esaminare e si nota l'accensione della sola lampada-spia L 1, allora occorre concludere che il diodo in esame è interrotto e deve essere... cestinato.

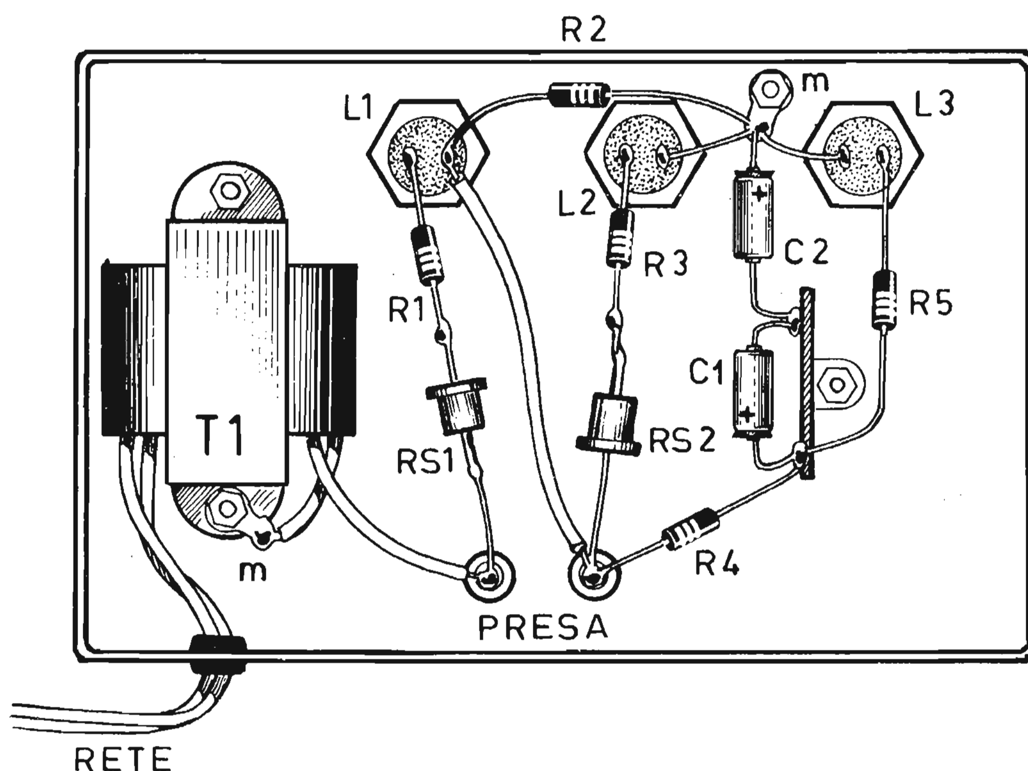
E' stato esaminato così il caso del diodo interrotto. Si esamina ora un secondo caso: quello del diodo in cortocircuito.



Il provadiodi, il cui schema teorico è rappresentato qui sopra, è montato (vedi disegno raffigurato sotto) in una cassettina metallica sulla cui parte superiore sono visibili le calotte diversamente colorate che ricoprono le tre lampade-spia. Sulle boccole si applicano i raddrizzatori al silicio in prova. Internamente alla cassettina è montato il circuito dell'apparecchio.

COMPONENTI

R 1 = 33 ohm - 1 watt
R 2 = 10 ohm - 5 watt
R 3 = 33 ohm - 1 watt
R 4 = 10 ohm - 1 watt
R 5 = 10 ohm - 1 watt
C 2 = 1.000 µF - 15 Vl. (elettrolitico)
C 1 = 1.000 µF - 15 Vl. (elettrolitico)
RS 1 = raddrizzatore al silicio (OA 210)
RS 2 = raddrizzatore al silicio (OA 210)
L 1 - L 2 - L 3 = lampade-spia da 3,5 V - 0,1 A
T 1 = trasformatore di alimentazione



Si supponga di collegare alle boccole A - K un diodo al silicio in cortocircuito; ciò equivale a collegare direttamente, mediante un filo conduttore, la boccola A con la boccola K; in altre parole, l'inserimento di un diodo al silicio in cortocircuito determina un cortocircuito degli elementi RS 1 - R 1 - L 1. Sui terminali della resistenza R 2 è presente, in questo caso, la tensione alternata presente sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore di alimentazione T 1. Di tale tensione alternata il diodo raddrizzatore al silicio RS 2 provvede a raddrizzare le alternanze negative, determinando una corrente pulsante destinata ad attraversare la resistenza R 3 e la lampada spia L 2 che, in virtù di tale passaggio di corrente, si illumina. Tuttavia la lampada-spia L 3 non si illumina affatto, in virtù dell'alta resistenza opposta da R 4 - R 5 - L 3 e della presenza dei due condensatori elettrolitici montati tra loro in senso inverso, i quali determinano una debole reattanza sufficiente a cortocircuitare la resistenza R 5 e la lampada-spia L 3.

Per concludere si può dire che l'inserimento di un diodo raddrizzatore al silicio in cortocircuito determina nell'apparecchio, l'accensione della sola lampadina L 2, mentre le lampade-spia L 1 ed L 3 rimangono spente. Si esamina ora il caso del diodo perfettamente efficiente.

Se sulle boccole A - K si inserisce un diodo raddrizzatore al silicio perfettamente efficiente, gli elementi RS 1 - R 1 - L 1 risultano cortocircuitati.

Il diodo raddrizzatore al silicio RS 2 non è conduttore per le alternanze positive uscenti dal diodo in prova e pertanto le lampade-spia L 1 ed L 2 rimangono spente. Il condensatore elettrolitico C 1 invece si carica sulle tensioni di punta positive e pertanto la lampada-spia L 3 si accende. Questa terza prova dei raddrizzatori al silicio porta alla conclusione che i raddrizzatori efficienti inseriti nello strumento di prova determinano l'accensione della sola lampada-spia L 3.

Nell'esempio precedente si è esaminato il comportamento del circuito del provadiodi nel caso di inserimento di un diodo raddrizzatore nel senso identico a quello con cui è collegato il diodo RS 1. Si supponga ora di applicare ancora sulle boccole A - K un diodo raddrizzatore al silicio perfettamente efficiente ma in senso inverso a quello di collegamento del raddrizzatore RS 1. Questa prova determina l'accensione contemporanea di tutte e tre le lampade-spia L 1 - L 2 - L 3.

Questo risultato poteva considerarsi prevedibile; infatti, sulla boccola K sono presenti le alternanze positive e quelle negative, determinate dai due raddrizzatori al silicio: quello in prova e RS 1; la lampada-spia L 1 si accende con le alternanze positive della corrente che attraversa il diodo raddrizzatore RS 1. La lampada L 2 si accende con le alternanze negative uscenti dal diodo in esame.

Il condensatore elettrolitico C 2 si carica sotto la tensione raddrizzata e si scarica attraverso la lampada spia L 3 illuminandola. Per concludere si può dire che quando le tre lampade-spia L 1 - L 2 - L 3 si accendono contemporaneamente, il diodo raddrizzatore in esame è efficiente, ma è collegato allo strumento in senso inverso.

Alimentatore polivalente

L'utilità di un alimentatore polivalente è risentita un po' da tutti, da chi si occupa di fisica, di chimica, di elettrotecnica, di radiotecnica e di elettronica. Tutti costoro, infatti, durante l'esercizio della propria professione possono aver bisogno di disporre di una precisa tensione elettrica, che può servire anche per pochi istanti, per una prova o per una verifica, e per la quale non è assolutamente possibile costruire di volta in volta un apposito alimentatore, perchè altrimenti il lavoro dello sperimentatore risulterebbe oltremodo costoso. Soltanto in un secondo tempo, infatti, dopo aver deciso in via sperimentale il valore esatto della tensione di alimentazione, il tecnico provvede alla costruzione dell'apparato alimentatore necessario a far funzionare un determinato circuito. Tutto ciò, evidentemente, vale per coloro che preferiscono il metodo empirico al rigore strettamente scientifico dei calcoli lunghi e difficili, che non sempre in pratica danno risultati soddisfacenti. Il procedimento sperimentale, per quanto lungo e laborioso, conduce sempre, dopo una serie di prove e riprove, di controlli, di sostituzioni di parti,

di aggiunte o eliminazioni di componenti, a risultati più sicuri.

Ecco quindi, la necessità per chi esperimenta, di avere sempre a portata di mano sul banco di lavoro, un apparato alimentatore di rapido e facile impiego, di costruzione compatta e robusta, dotato di tutte le caratteristiche necessarie a renderlo durevole nel tempo e sempre pronto al funzionamento. Ma la utilità di un alimentatore polivalente, in grado di presentare all'uscita un'ampia gamma di valori di tensioni, è risentita sopratutto da coloro che esercitano la professione di riparatori di apparati elettronici. Molto spesso capita, quando si desidera sperimentare un montaggio a valvole o a transistori, di non avere a disposizione l'alimentazione adatta. Ecco, dunque, l'utilità di un apparato, che può essere veramente denominato un alimentatore polivalente, perchè esso permette di ottenere tensioni continue comprese fra 0 e 300 volt con assorbimenti di corrente superiori ai 200 mA.

L'esame del circuito elettrico permette subito di notare che il progetto comprende un sistema raddrizzatore classico, a doppia alternanza, composto da un trasformatore di alimentazione con avvolgimento secondario A.T. di 2 x 300 volt - 250 mA, una valvola raddrizzatrice biplacca di tipo 5 U 4 GB e un filtro di livellamento composto dall'impedenza B.F. Z 1 e dal doppio condensatore elettrolitico di tipo a vitone C 1 - C 3. La tensione positiva, che è di circa 300 volt a pieno carico, viene prelevata dal punto B, mentre nei punti D e E è presente una tensione positiva resa variabile attraverso l'impiego di un doppio triodo di potenza, di tipo 6080, la cui polarizzazione è ottenuta attraverso i due potenziometri R 4 ed R 6.

Sulla griglia controllo di una sezione triodica della valvola V 2 (piedino 4 dello zoccolo) è applicato un commutatore, che permette di utilizzare i due triodi separatamente, allo scopo di ottenere due tensioni variabili indipendenti, oppure di collegare tra loro in parallelo le due sezioni triodiche (in questo caso si avrà soltanto una tensione variabile) nel caso in cui la corrente di carico oltrepassa il valore compatibile con la dissipazione di placca possibile di ciascun triodo della valvola V 2.

Esaminando un po' più attentamente il funzionamento di questo alimentatore, ci si accorge che esso, qualunque sia la posizione del cursore del potenziometro di polarizzazione delle griglie della valvola V 2, determina una regolazione automatica, perchè se la tensione sui terminali del carico tende ad aumentare (conseguentemente ad un aumento della tensione di rete oppure ad una diminuzione della corrente di carico) la tensione di polarizzazione delle griglie diverrà maggiormente negativa creando, in tal modo, una opposizione all'aumento della tensione di uscita.

Rimangono ancora da esaminare due uscite dell'alimentatore, sulle quali si ottengono delle tensioni negative, una fissa del valore di — 300 V e l'altra variabile fra 0 e — 60 V. Il sistema di raddrizzamento e livellamento delle tensioni di polarizzazione della valvola V 2 è ottenuto per mezzo di due raddrizzatori al silicio (RS 1 - RS 2), collegati in serie tra di loro, a monte di una cellula di filtro resistivo-capacitiva composta dai condensatori elettrolitici, di tipo a cartuccia, C 2 e C 4 e dalla resistenza da 2 watt denominata R 2.

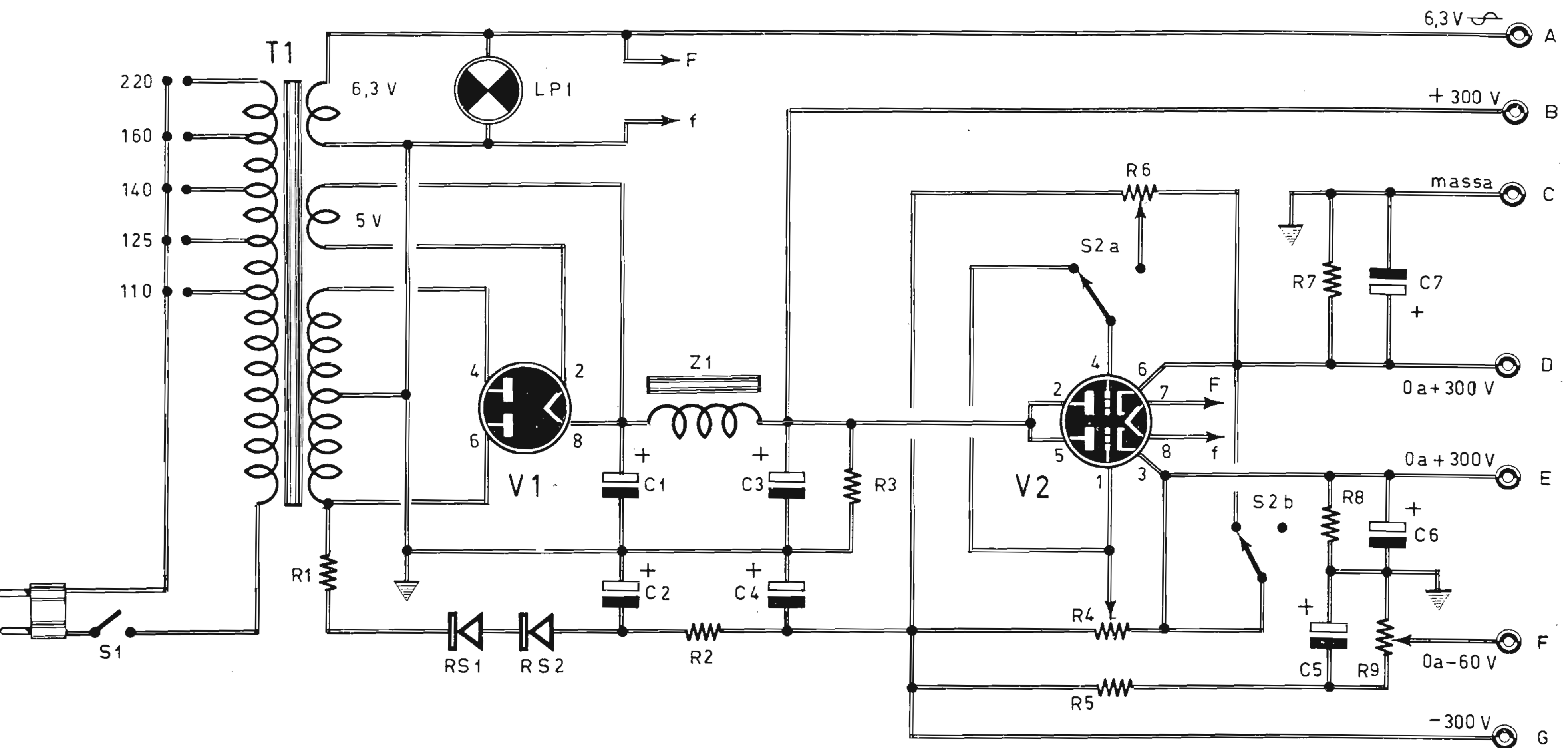
La tensione a valle di questa cellula di filtro fornisce, come è stato detto, la polarizzazione delle due sezioni triodiche della valvola V 2.

Le possibilità dell'alimentatore pilotato dal doppio triodo sono limitate dalla dissipazione di placca della valvola V 2, che è di 13 watt per ciascuna sezione triodica; comunque sarà sempre possibile ottenere all'uscita di questo alimentatore una tensione di 300 volt con un assorbimento di 250 mA, purchè si colleghino in parallelo tra di loro le due sezioni triodiche della valvola V 2, e ciò risulta più che sufficiente nella maggior parte dei casi.

Le possibilità di questo alimentatore verranno oltremodo apprezzate nel caso di alimentazione di circuiti transistorizzati, che non richiedono una corrente di assorbimento elevata, grazie alle piccolissime variazioni di tensioni positive e negative.

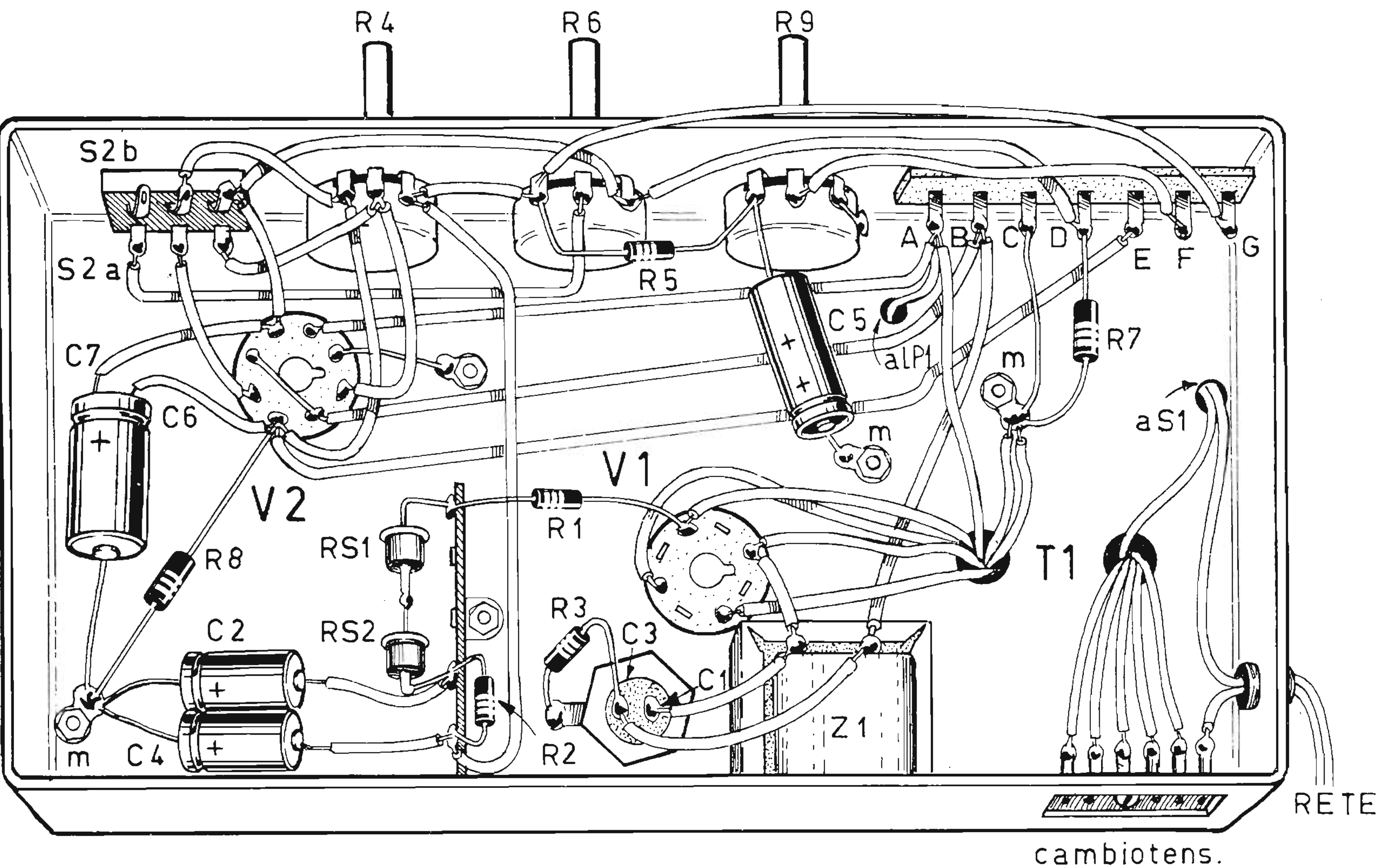
Il montaggio di questo alimentatore deve essere fatto su telaio metallico, e i tecnici professionisti potranno incorporarlo sul pannello frontale del banco di lavoro.

Tutti i componenti necessari per il montaggio sono di facile reperibilità commerciale,



L'elenco dei componenti è a pag. 172

L'utilità dell'alimentatore polivalente è risentita da tutti coloro che si occupano di fisica, chimica, elettrotecnica, radiotecnica ed elettronica. Questo apparato deve rimanere sempre a portata di mano, sul banco di lavoro. Il suo impiego è facile ed immediato e la costruzione risulta compatta e robusta. Lo apparecchio è dotato di tutte le caratteristiche necessarie a renderlo durevole nel tempo e sempre pronto al funzionamento. Il disegno della pagina precedente riproduce il circuito teorico dell'alimentatore, mentre qui sotto è raffigurato il relativo piano di cablaggio.



COMPONENTI

Condensatori

C 1 = 10 μF - 450 Vl. (elettrolitico)
C 2 = 20 μF - 450 Vl. (elettrolitico)
C 3 = 10 μF - 450 Vl. (elettrolitico)
C 4 = 20 μF - 450 Vl. (elettrolitico)
C 5 = 50 μF - 300 Vl. (elettrolitico)
C 6 = 10 μF - 450 Vl. (elettrolitico)
C 7 = 10 μF - 450 Vl. (elettrolitico)

Resistenze

R 1 = 10 ohm - ½ watt
R 2 = 4700 ohm - 2 watt
R 3 = 100.000 ohm - 2 watt
R 4 = 2 megaohm - 2 watt (potenz. a filo)
R 5 = 470.000 ohm - 2 watt
R 6 = 2 megaohm - 2 watt (potenz. a filo)
R 7 = 100.000 ohm - 2 watt
R 8 = 100.000 ohm - 2 watt
R 9 = 100.000 ohm - 2 watt (potenz. a filo)

Varie

RS 1 = raddrizzatore al silicio tipo BY 100
RS 2 = raddrizzatore al silicio tipo BY 100
T 1 = trasform. d'alimentaz. (vedi testo)
Z 1 = impedenza di filtro (1,5 H - 200 mA)
S 1 = interruttore a leva
S 2 a = doppio deviatore
S 2 b = vedi S 2 a
LP 1 = lampada-spia - 6,3 volt
V 1 = 5 U 4 GB
V 2 = 6080 o equivalente

fatta eccezione per il trasformatore di alimentazione che dovrà essere autocostruito.

Il trasformatore di alimentazione T 1 è dotato di un avvolgimento primario adattabile a tutte le tensioni di rete comprese fra i 110 e i 120 volt; gli avvolgimenti secondari sono in numero di tre: un avvolgimento a 6,3 volt per l'accensione della lampada-spia LP 1 e del filamento della valvola V 2 (questa tensione alternata è prelevabile anche da uno dei sette morsetti d'uscita dell'alimentatore), un avvolgimento a 5 volt per l'alimentazione del filamento della valvola V 2, un avvolgimento A.T. con presa centrale per l'alimentazione dei due anodi della valvola V 1. La potenza del trasformatore T 1 si aggira intorno ai 200 watt circa.

I dati costruttivi per l'avvolgimento primario sono deducibili dalla seguente tabella:

Avvolgimento primario

Tensioni V	Spire filo N°	Ø filo mm.
0 - 110	352	0,9
110 - 125	48	0,9
125 - 140	48	0,8
140 - 160	64	0,8
160 - 220	192	0,6

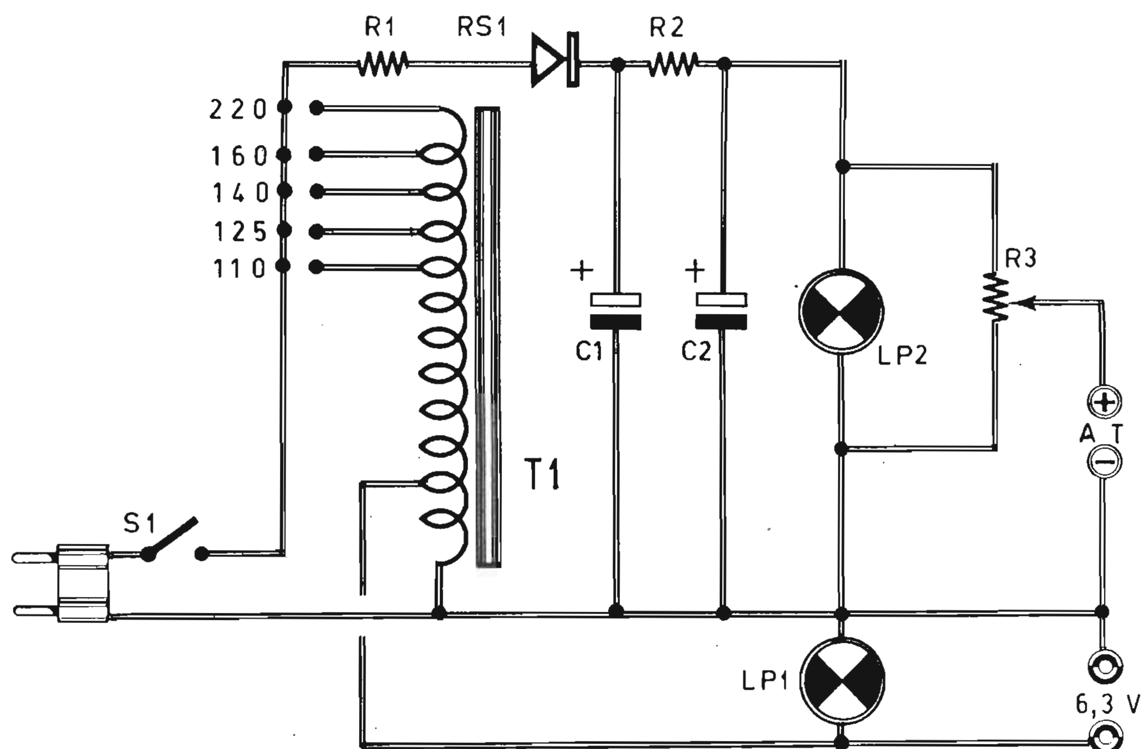
La sezione del nucleo, sul quale vanno effettuati gli avvolgimenti, deve essere di 15 cm².

Per l'avvolgimento secondario A.T. (300 più 300 volt - 250 mA) occorreranno 2040 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,35 mm. Per l'avvolgimento secondario B.T. (6,3 volt - 9 A) occorreranno 22 spire di filo di rame smaltato del diametro di 2 mm. Per l'altro avvolgimento secondario B.T. (5 volt - 3 A) occorreranno 17 spire di filo di rame smaltato del diametro di 1,1 mm. Il trasformatore di alimentazione T 1 dovrà essere corazzato con schermo metallico, allo scopo di evitare la dispersione dei campi elettromagnetici.

Alimentatore universale

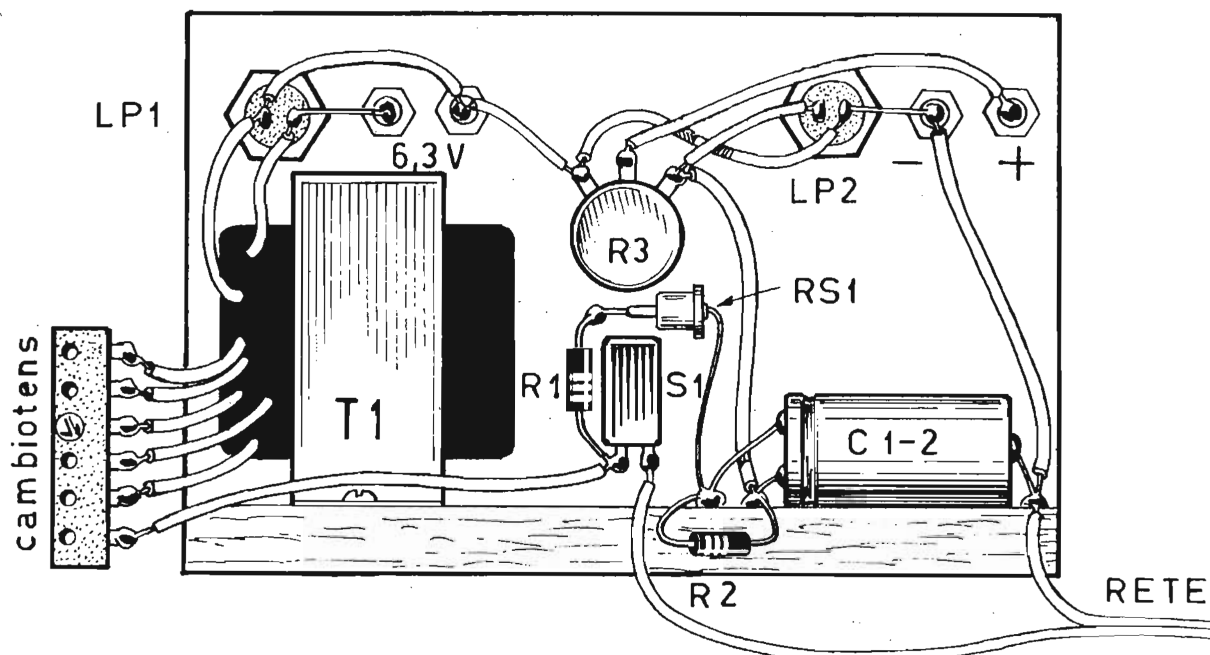
Molti sono i motivi che rendono indispensabile l'uso di un alimentatore universale. Un apparato, infatti, in grado di erogare tutta una serie di valori di tensioni continue, da 0 a 220 volt, può essere molto utile a tutti coloro che eseguono esperimenti con i circuiti elettrici.

L'alimentatore qui descritto gode della particolarità di essere molto economico, sopra-



COMPONENTI

R 1 = 15 ohm - 1/2 watt.
R 2 = 1.500 ohm - 3 watt
R 3 = 10.000 ohm - 3 watt (potenziometro a a filo)
C 1 + C 2 = 40 + 40 μF - 250 Vl.
C 2 = vedi C 1
RS1 = raddrizzatore al silicio
LP 1 = lampadina ad incandescenza da 6,3 volt.
LP 2 = lampadina al neon (220 V - 1/2 watt)
S 1 = interruttore a leva
T 1 = autotrasformatore



tutto per l'impiego di un autotrasformatore e di pochi componenti elettronici.

L'autotrasformatore T 1 è dotato di tutte le prese di ingresso per i tipi di tensione di rete più comuni, da 110 a 220 volt. Vi è pure una presa per la tensione di accensione dei filamenti delle valvole elettroniche a 6,3 volt.

Dal terminale a 220 volt si preleva il conduttore di alimentazione del circuito, collegato alla resistenza di protezione R 1. Subito dopo risulta inserito il raddrizzatore al silicio RS 1, che provvede al raddrizzamento della tensione alternata, lasciandosi attraversare da un solo tipo di semionde che compongono la tensione alternata.

Dopo il raddrizzatore al silicio risulta inserita la cellula di filtro, che provvede a livellare la tensione raddrizzata: essa è costituita dalla resistenza R 2 e dai due condensatori elettrolitici C 1 e C 2; l'insieme forma una normale cellula di livellamento del tipo a « p greca ».

Il circuito alimentatore si chiude su un potenziometro a filo di elevato wattaggio (R 3); in parallelo al potenziometro R 3 risulta collegata una lampada-spia al neon, adatta per la tensione di 220 volt (LP 2). L'accensione di tale lampada avverte l'operatore del funzionamento dell'apparato alimentatore, e, più precisamente, del circuito a corrente continua. Una seconda lampadina, del tipo ad incandescenza (LP 1), funge da lampada-spia e la sua accensione avverte l'operatore del funzionamento del circuito alimentatore di bassa tensione a 6,3 volt.

Agendo sul potenziometro a filo R 3 si potranno prelevare dall'alimentatore tutte le tensioni continue comprese tra 0 e 220 volt. Per conoscere il valore esatto della tensione prelevata non è possibile tarare lo strumento, applicando una scala graduata direttamente sul pannello frontale dell'alimentatore, sotto la manopola applicata al perno del potenziometro R 3; il valore della tensione prelevata, infatti, dipende dalla entità dell'assorbimento dell'apparato utilizzatore e varia quindi di volta in volta. Tuttavia, chi volesse avere una lettura immediata della tensione assorbita, potrà collegare un voltmetro per tensione continua in parallelo all'uscita dell'alimentatore, fra il terminale di centro del potenziometro R 3 e il conduttore comune (negativo). Tale strumento verrà applicato, in sede di realizzazione pratica, sul pannello frontale dell'alimentatore stesso.

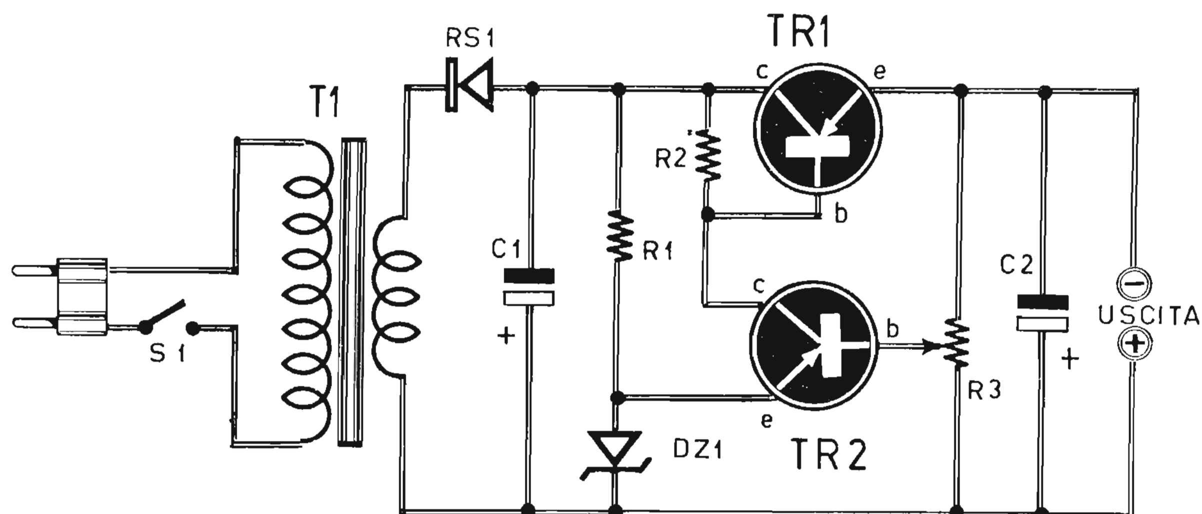
Alimentatore stabilizzato

Il normale alimentatore, che in pratica è un riduttore di tensione e un raddrizzatore di corrente, non è adatto per la radio a transistors. Come si sa, infatti, la tensione di rete-luce difficilmente conserva un valore preciso durante la giornata; gli sbalzi di tensione sono frequenti, cioè gli aumenti o gli abbassamenti di tensione si alternano, e quando si tratta di aumenti si corre il rischio di mettere fuori uso l'apparecchio. Ciò significa che per il ricevitore a transistor il normale alimentatore non serve: occorre invece un alimentatore stabilizzato come quello che è qui presentato.

L'analisi del circuito evidenzia che il trasformatore di alimentazione T 1 è dotato di un avvolgimento primario adatto alla tensione di rete cui si intende far funzionare l'alimentatore. Sullo stesso avvolgimento primario è collegato, in serie al circuito, l'interruttore a leva S 1, che permette di accendere e spegnere l'apparecchio.

Il trasformatore di alimentazione T 1 è un comune trasformatore da campanelli elettrici della potenza di 5 watt. La tensione da prelevarsi sull'avvolgimento secondario è quella di 12 volt. Dunque occorrerà collegare il circuito ai morsetti corrispondenti alla tensione di 12 volt. Come si sa, infatti, la maggior parte dei trasformatori da campanelli è dotata di tre morsetti alla uscita, tra i quali sono prelevabili tre tensioni diverse: quella a 3 volt, quella a 6 volt e quella a 12 volt, oppure altri valori.

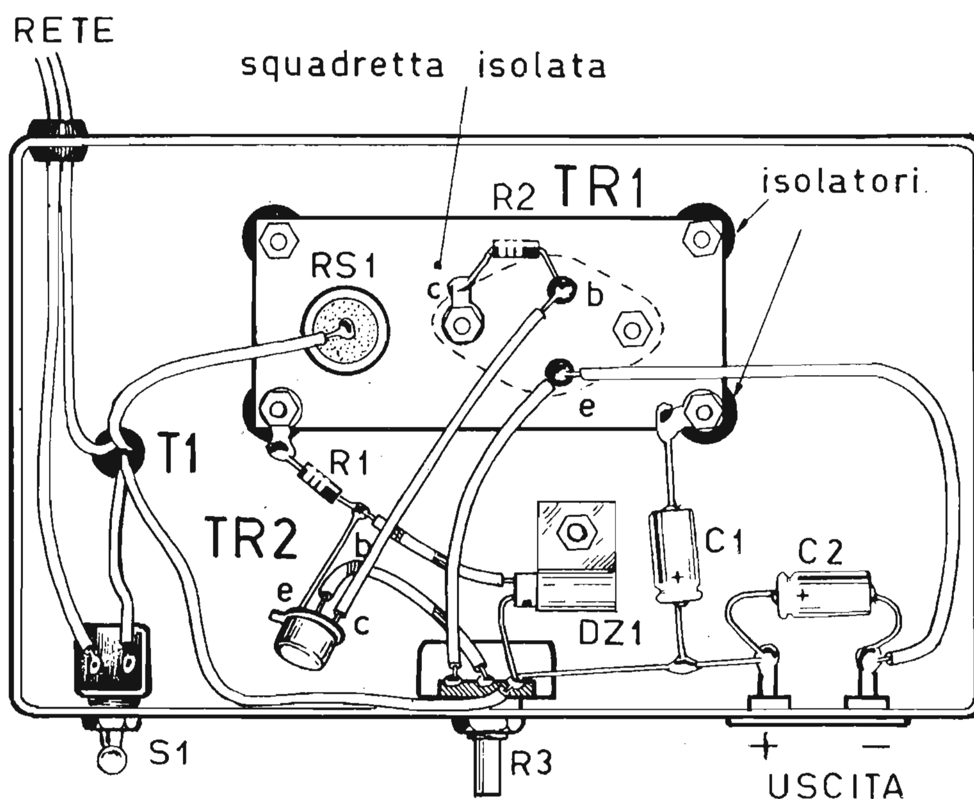
Il raddrizzatore al selenio RS 1 è di tipo al silicio e provvede a raddrizzare la tensione alternata presente sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore di alimentazione T 1. Il condensatore elettrolitico C 1, che ha il valore di 2000/μF-25 Vl,



L'alimentatore stabilizzato monta, principalmente, un trasformatore di alimentazione, un raddrizzatore al selenio, due transistor e un diodo Zener. Si noti, nel disegno sotto riportato, il particolare sistema di montaggio del diodo Zener DZ 1, che favorisce la rapida dispersione del calore prodotto dal componente.

COMPONENTI

C 1	=	**2.000 μF - 25 Vl. (elettrolitico)**
C 2	=	**500 μF - 12 Vl. (elettrolitico)**
R 1	=	**1.000 ohm - 1/4 watt**
R 2	=	**470 ohm - 1 watt**
R 3	=	**500 ohm (potenziometro a filo)**
T 1	=	**trasf. per campanelli (sec. 12 V.)**
TR 1	=	**ASZ 15**
TR 2	=	**ASY 80**
DZ 1	=	**diodo Zener tipo OAZ 200**
RS 1	=	**diodo al silicio**



provvede a livellare la corrente raddrizzata da RS 1.

Ma la cellula di filtro non è costituita soltanto da RS 1 e da C 1. Al livellamento della tensione e alla conservazione costante del suo valore provvedono anche i due transistors TR 1 e TR 2 e il diodo Zener DZ 1, nonchè il condensatore elettrolitico C 2.

Il diodo Zener, che è di tipo OAZ 200, è polarizzato in senso inverso, per poter essere usato come stabilizzatore di tensione.

La preferenza data al diodo Zener, rispetto ad altri diodi, è dovuta alle seguenti particolari caratteristiche:

1 - Durata di esercizio maggiore.

2 - Grande robustezza meccanica.

3 - Riduzione di dimensioni.

4 - Riduzione di peso.

Un altro vantaggio dei diodi Zener è quello di poter essere costruiti per una vasta gamma di tensioni e correnti.

Continuando con l'esame dello schema elettrico, si nota che la tensione di base del transistor TR 2 può essere regolata mediante il potenziometro R 3, e mediante questa regolazione si fanno variare le caratteristiche di funzionamento del transistor e, di conseguenza, anche la tensione continua all'uscita del circuito.

Azionando il perno di R 3 si ha quindi la possibilità di far variare la tensione alla uscita del circuito fra 6 volt e 12 volt. Tuttavia occorre ricordare che variando la tensione di uscita, varia anche la corrente erogata, come si può ben vedere esaminando il diagramma del carico.

Alimentatore per transistors

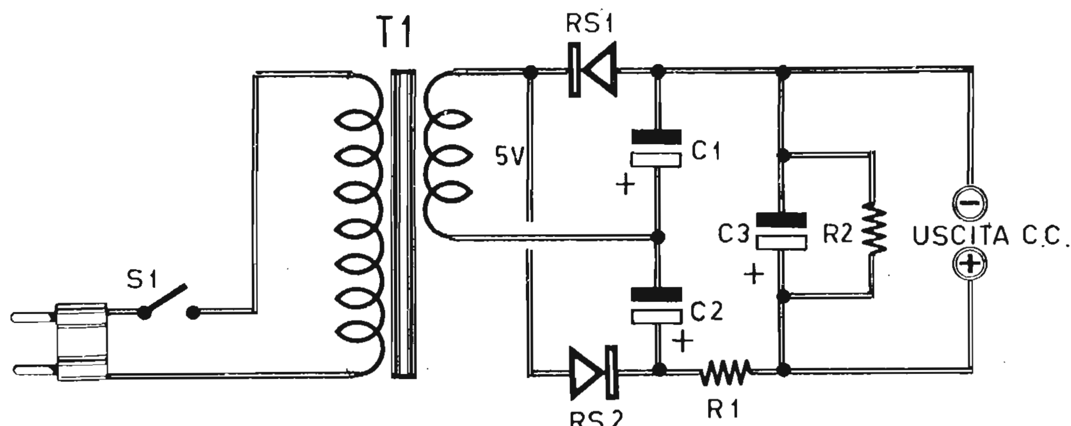
Questo alimentatore può essere montato internamente ad una piccola scatolina di dimensioni molto ridotte e si rivela ottimo ed economicissimo per i ricevitori a transistors di qualsiasi tipo.

Il circuito, come si nota facilmente, è un duplicatore di tensione, con entrata in corrente alternata e uscita in corrente continua, con il valore di tensione identico a quello del ricevitore radio a transistori.

Il trasformatore T 1, è del tipo di quelli che vengono usati per la luce perpetua, per mantenere accesi i lumini delle lampade votive. Questi trasformatori sono dotati di un avvolgimento primario che può essere adatto per la tensione di 220 volt o 125 volt. L'avvolgimento secondario eroga una corrente di 300 mA circa e una tensione di 5 volt. Questa tensione, che è alternata, viene raddrizzata dal circuito duplicatore di tensione, costituito dai due diodi RS 1 ed RS 2 e viene filtrata dai condensatori elettrolitici C 1 - C 2 - C 3 e dalla resistenza R 1.

Nell'avvolgimento secondario del trasformatore di alimentazione T 1 è inserito il sistema di diodi formato da due rami in parallelo, il primo composto dal diodo RS 1 e dal condensatore elettrolitico C 1 in serie, il secondo è formato dal diodo RS 2 e dal condensatore elettrolitico C 2 pure in serie; i due diodi sono montati in opposizione. Avremo quindi che all'istante iniziale, allorchè diviene positivo RS 1, si carica il condensatore elettrolitico C 1, mentre, allorchè diviene positivo il diodo RS 2 nel semi-periodo seguente, si carica il condensatore elettrolitico C 2. Appunto perchè i diodi sono in opposizione, la polarità dei due condensatori carichi sarà quella indicata nel progetto, per cui questi verranno a trovarsi in serie e con polarità tali da determinare, all'uscita del circuito, una tensione doppia di quella presente ai terminali di ogni singolo condensatore, praticamente uguale al valore massimo della tensione alternata presente sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore di alimentazione T 1.

L'inserimento della resistenza R 1, che ha il valore di 200 ohm — 1 watt, viene fatto in previsione del lavoro di assorbimento medio dei ricevitori a transistor, che si aggira intorno ai 15 mA. Il valore di tale resistenza è stato calcolato per un assorbimento di corrente di 15 mA; all'uscita del circuito, infatti, sono presenti i seguenti valori: tensione continua 9 V. — assorbimento massimo 15 mA. Coloro che volessero applicare all'uscita del circuito un ricevitore a transistori alimentato con una corrente e una



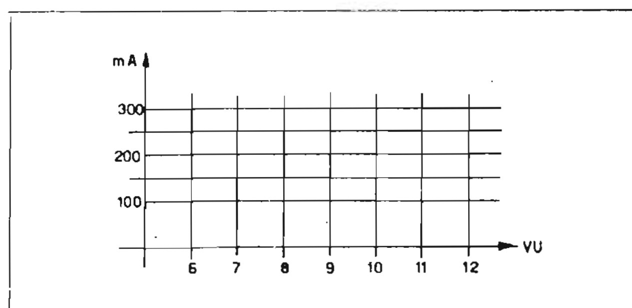
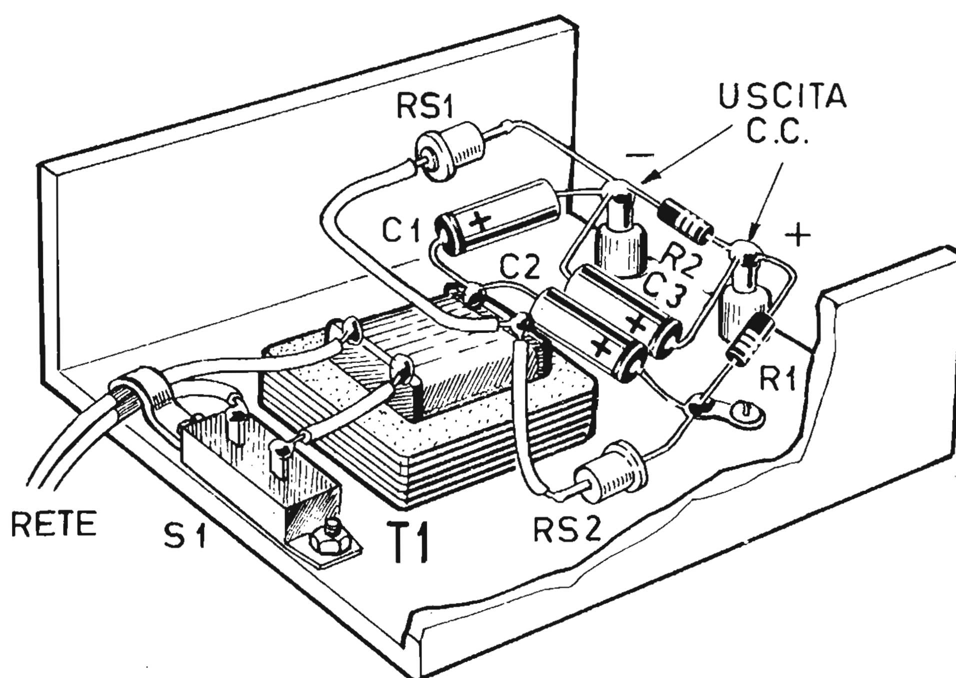


Diagramma delle variazioni del carico. Sull'asse delle ascisse sono riportati i valori delle tensioni di uscita, sull'asse delle ordinate quelli delle correnti. Il carico massimo varia tra 0,3 A. a 6 V. e 0,1 A. a 12 V.

COMPONENTI

C 1 = 500 μF - 6 Vl. (elettrolitico)
C 2 = 500 μF - 6 Vl. (elettrolitico)
C 3 = 500 μF - 15 Vl. (elettrolitico)
R 1 = 200 ohm - 1 watt
R 2 = 4.700 ohm - 1 watt
RS 1 - RS 2 = raddrizzatori SGS, tipo 1 S1692
T 1 = trasformatore (vedi testo)
S 1 = interruttore a slitta

Il disegno qui sotto riportato illustra il piano di cablaggio dell'alimentatore per transistor. I due diodi al silicio RS 1 ed RS 2 devono essere perfettamente identici tra di loro. Con questo apparato, migliorando il filtraggio della corrente, si possono alimentare amplificatori ad alta fedeltà.



tensione di valori inferiori, dovranno stabilire il valore esatto della resistenza R 1 ricorrendo alla legge di Ohm.

I diodi RS 1 ed RS 2 sono diodi raddrizzatori al silicio, di tipo 1 S 1692. Tutti i diodi raddrizzatori al silicio possono andare bene tuttavia per questo scopo; l'importante è che i due diodi RS 1 ed RS 2 siano perfettamente identici tra di loro. In ogni caso non si possono usare raddrizzatori al selenio, perchè la loro resistenza interna è troppo elevata e produrrebbero una caduta di tensione notevole.

I condensatori elettrolitici C 1 e C 2 hanno il valore capacitivo di 500 μF e una tensione di lavoro di 6 volt; anche il condensatore elettrolitico C 3 ha il valore capacitivo di 500 μF, ma deve essere dotato di una maggiore tensione di lavoro: 15 Vl.

L'inserimento della resistenza R 2, in parallelo al condensatore elettrolitico C 3, è stato fatto per impedire la formazione di sovratensioni, nel caso in cui si dovesse lasciare sotto corrente l'alimentatore.

E' ovvio che la resistenza R 2 dovrà essere eliminata, cioè tolta dal circuito, qualora l'alimentatore dovesse venir collegato stabilmente al ricevitore a transistori.

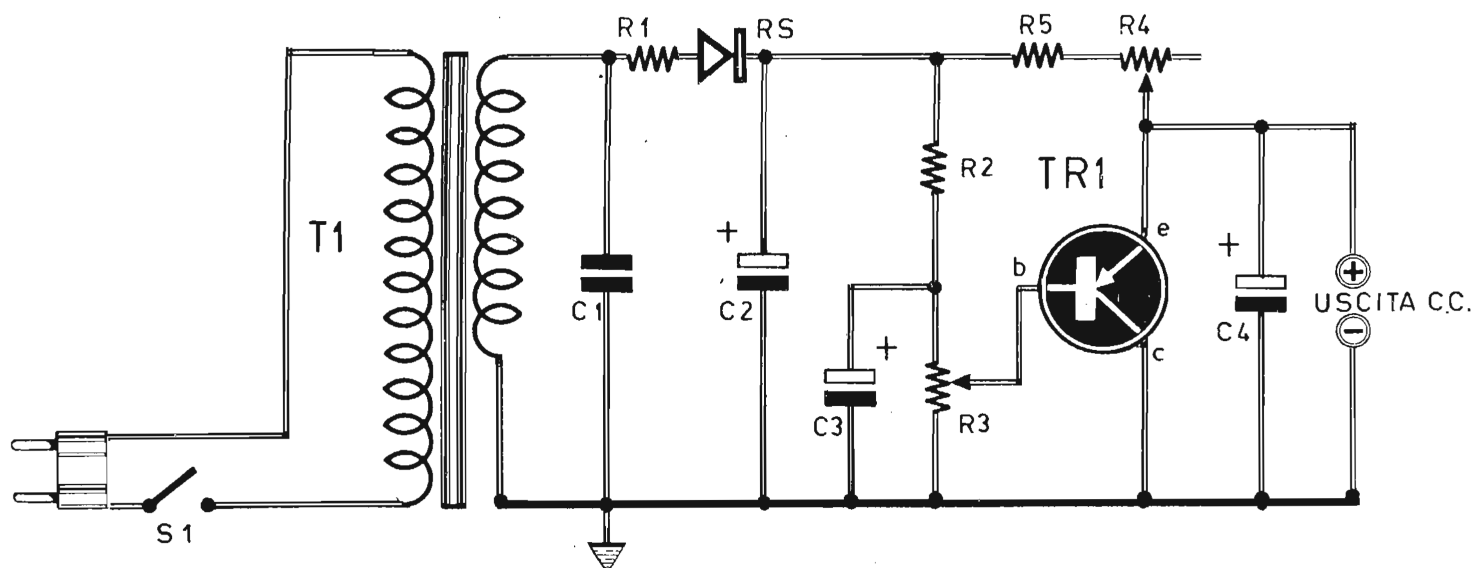
Chi volesse ottenere da questo alimentatore un livellamento di tensione notevole, farà bene a sostituire la resistenza R 1 con una impedenza di bassa frequenza, che si potrà ottenere avvolgendo su un nucleo ricavato da un vecchio trasformatore di uscita della potenza di 3 watt del filo di rame smaltato del diametro di 0,2 mm, in modo che l'avvolgimento completo presenti una resistenza ohmmica complessiva di 200 ohm. Con il filtraggio migliore della corrente si potranno alimentare anche apparati destinati alla amplificazione ad alta fedeltà. Ricordiamo che questo alimentatore si rivelerà ottimo anche come elemento rigeneratore di pile scariche.

Alimentatore di sicurezza

Il sistema di alimentazione regolata, provvisto di un dispositivo di protezione automatico, è praticamente indispensabile per il radioriparatore specializzato nel settore dei circuiti transistorizzati. In pratica, una sorgente di tensione costante, e a debole resistenza, è sempre molto utile, sopratutto se questa è in grado di... perdonare ogni eventuale falsa manovra del riparatore, come ad esempio il cortocircuito sulle boccole di uscita dell'apparato o l'eccessivo assorbimento di un apparato a transistors in corso di prova. Occorre tuttavia riconoscere che questi ultimi sistemi di alimentazione non sono molto comuni; ma c'è di più: essi sono generalmente alquanto complessi.

Fortunatamente, grazie ad alcuni accorgimenti tecnici, è possibile realizzare un apparato in condizioni di soddisfare le diverse esigenze tecniche sentite dal radioriparatore nel corso dell'esercizio professionale. Il progetto qui presentato è stato concepito in modo da richiedere una minima quantità di materiali. Ciò non significa peraltro che le caratteristiche e le possibilità dell'alimentatore siano da sottovalutare o, addirittura, da ritenersi insufficienti. Questo circuito, in pratica, eroga una tensione di uscita costante regolabile fra i 0,2 e i 15 volt, con una intensità di corrente che si può regolare fra i 3 e i 100 mA. La stabilità della tensione di uscita è superiore a 0,5 volt nelle normali condizioni di impiego dell'alimentatore, e l'impiego di un voltmetro di misura è da considerarsi assolutamente inutile.

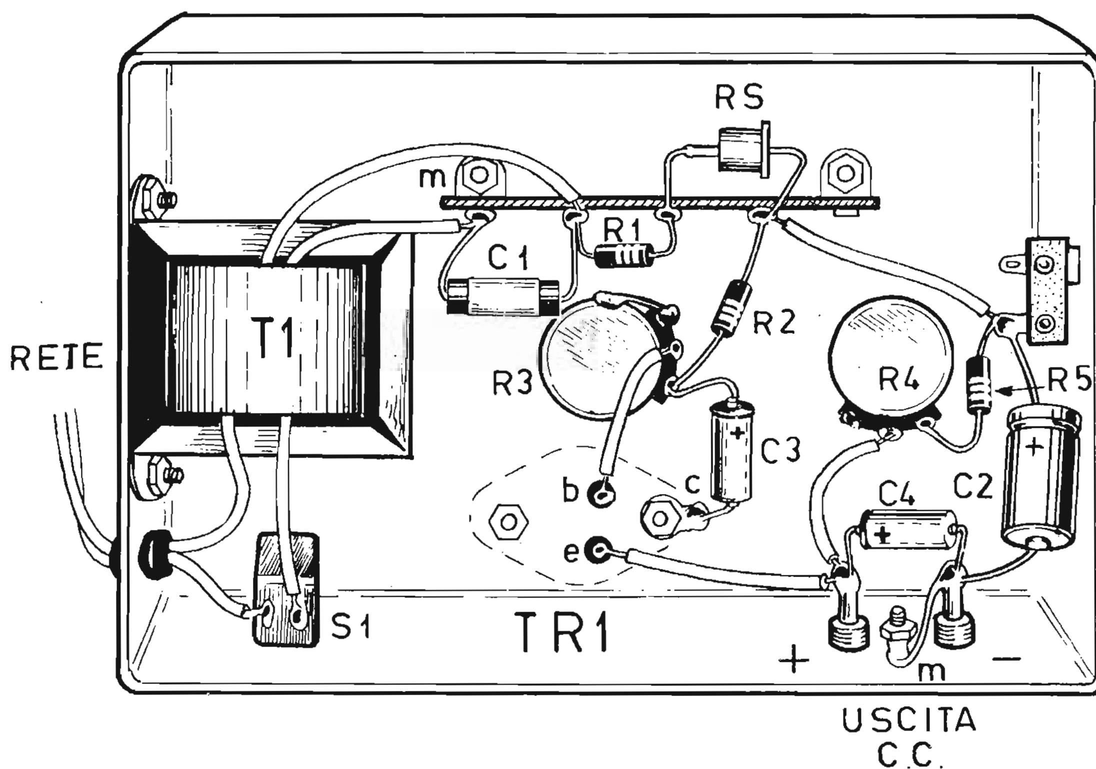
Ma l'aspetto più interessante di questo alimentatore, risiede senza alcun dubbio nella possibilità di poter reagire ad ogni sovraccarico anormale, causato da un aumento dell'intensità di corrente assorbita o dalla cortocircuitazione accidentale delle boccole di uscita. Tenuto conto del sistema di regolazione adottata, è sufficiente in pratica un sovraccarico del solo 30 % perchè la tensione di uscita cada, per esempio, da 10 a 0 volt. L'alimentazione viene protetta dalla « scomparsa » della tensione continua. Una tale attitudine del progetto alimentatore, si rivela molto utile in sede di sperimentazione dei transistors, che non rischiano affatto di « bruciare » a causa di un sovraccarico o di un errore circuitale; e cioè sollecita lo sperimentatore dilettante ad eseguire le



L'alimentatore di sicurezza è un apparato indispensabile per il radioriparatore specializzato nel settore dei circuiti transistorizzati. Questo progetto è stato concepito in modo da richiedere una minima quantità di materiali per risultare assolutamente economico.

COMPONENTI

C 1	=	**10.000 pF (a carta)**
C 2	=	**500 μF - 350 Vl. (elettrolitico)**
C 3	=	**100 μF - 25 Vl. (elettrolitico)**
C 4	=	**100 μF - 25 Vl. (elettrolitico)**
R 1	=	**1,2 ohm**
R 2	=	**650 ohm**
R 3	=	**500 ohm (potenziometro a filo)**
R 4	=	**10.000 ohm (potenziometro a filo)**
R 5	=	**300 ohm**
T 1	=	**trasformatore d'alimentaz. (vedi testo)**
S 1	=	**interruttore a leva**
RS	=	**diodo al silicio tipo 1 N 91**
TR 1	=	**transistor tipo 2 N 255 (vedi testo)**



Avvolgimento primario

Tensione in V.	N. spire	Diametro filo mm.
110	900	0,35
125	1020	0,30
140	1140	0,30
160	1310	0,25
220	1800	0,25

Avvolgimento secondario

25,2	215	0,7

prove più ardite e più difficili.

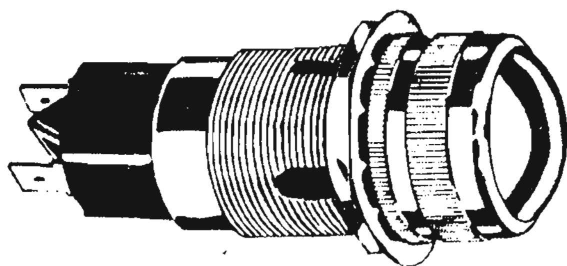
La corrente massima erogata è dell'ordine di 100 mA, e ciò significa che il nostro alimentatore è in grado di sostenere qualunque prova di esame in qualunque tipo di circuito transistorizzato, senza alcun timore di distruggere o danneggiare i componenti elettronici.

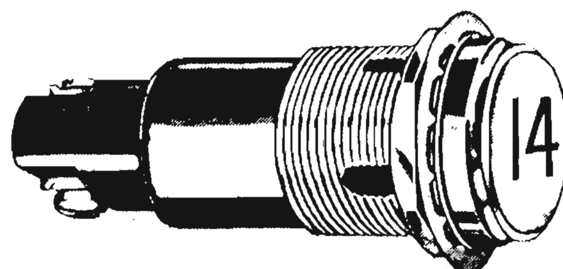
La tensione di rete viene ridotta per mezzo del trasformatore di alimentazione T 1 (trasformatore in difesa) al valore di 25,2 volt. La tensione alternata viene raddrizzata da RS; questo componente è un diodo al silicio, le cui caratteristiche devono essere: 30 volt - 1 A. (valori minimi). Per esso può essere impiegato il diodo al silicio di tipo 1 N 91 o equivalente; si possono anche usare due diodi al silicio da 30 V — 0,5 A, collegati in parallelo tra di loro; in sostituzione di RS si può anche montare un raddrizzatore al selenio con identiche caratteristiche elettriche. La tensione raddrizzata viene filtrata dalla cellula composta dai condensatori elettrolitici C 2 - C 3 e dalla resistenza di filtro R 2. La resistenza R 1 assume compiti protettivi per il raddrizzatore al silicio RS.

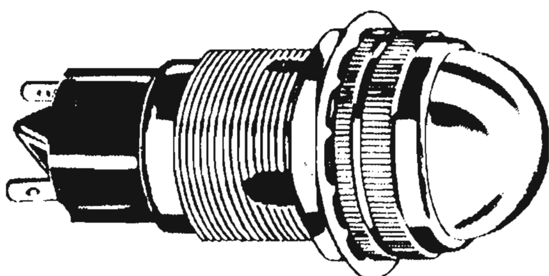
La tensione raddrizzata e livellata viene prelevata a valle della cellula di filtro ed è presente sui terminali del potenziometro R 3, che ha il valore di 500 ohm ed è di tipo a filo a variazione lineare. Il potenziometro R 3 permette di regolare la tensione di uscita sul valore desiderato. Il potenziometro R 4, di tipo a filo da 10.000 ohm, permette invece di regolare la corrente. La stabilità dei valori di tensione e di corrente è garantita dal transistor TR 1 e dal condensatore elettrolitico C 4.

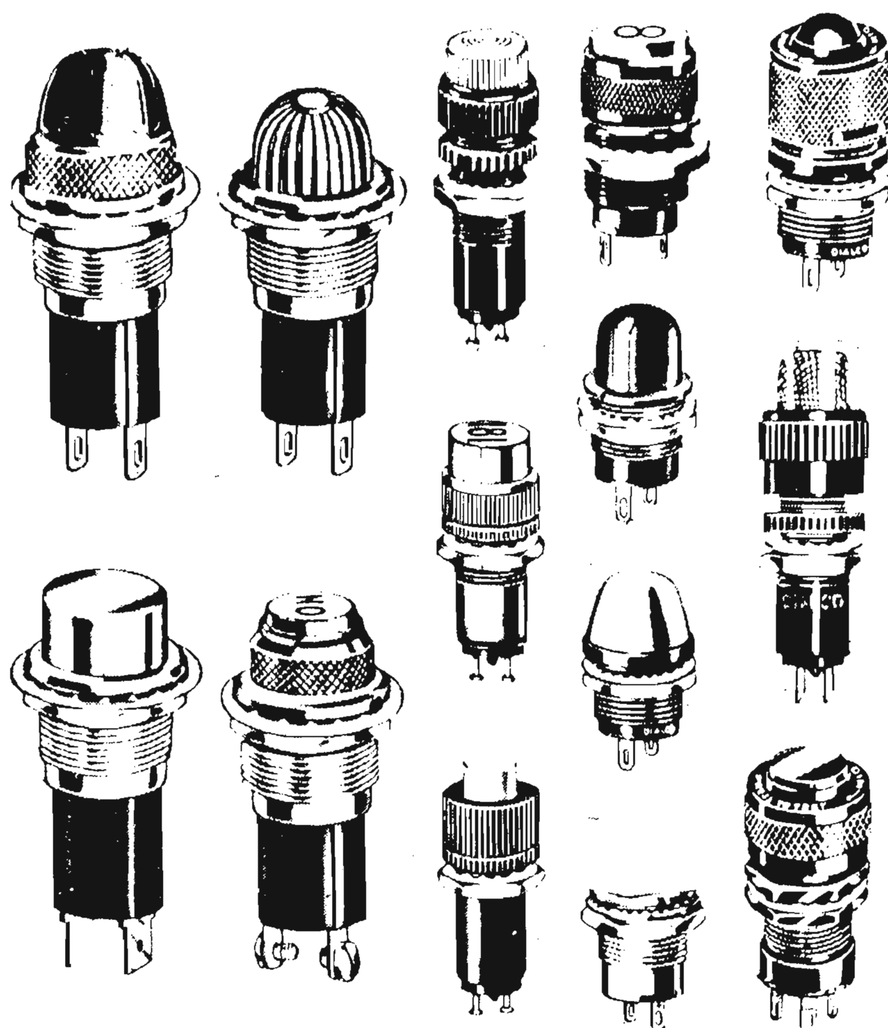
Per TR 1 si possono usare i seguenti tipi di transistor di potenza: 2 N 255 - 2 N 307 - 2 N 554. Il condensatore elettrolitico C 4 ha il valore di 100 µF e la tensione di lavoro di 25 volt.

Il trasformatore di alimentazione T 1, a causa del valore poco comune della tensione sull'avvolgimento secondario, deve essere autocostruito, secondo i dati riportati nella apposita tabella. I due avvolgimenti dovranno essere effettuati su un nucleo formato da un pacco lamellare; la sezione del nucleo deve essere di 6 cm^2. Per tutti gli avvolgimenti si dovrà usare filo di rame smaltato. Nella tabella sono esposti i dati validi per tutte le possibili tensioni di rete, ma il lettore sceglierà fra questi il dato relativo alla tensione di esercizio della località di residenza.









Le lampade-spia trovano larga applicazione in tutti i radioapparati e specialmente negli amplificatori e negli alimentatori. In commercio ve ne sono di tutti i tipi. La colorazione della luce è generalmente quella rossa, ma si possono trovare anche luci diversamente colorate. Il porta-lampada è costruito in modo da poter essere agevolmente applicato su un foro praticato sul telaio metallico.

taratura allineamento scale parlanti

TARATURA - ALLINEAMENTO - SCALE PARLANTI

Taratura

Tutti i ricevitori radio, dopo essere stati costruiti o riparati, richiedono un intervento tecnico di messa a punto che prende il nome di « taratura ». Tarare, dunque, significa mettere a punto.

Gli stadi di alta frequenza e quelli di media frequenza dei ricevitori radio sono dotati di taluni circuiti accordati che possono divenire funzionali soltanto dopo un preciso e ordinato intervento di natura tecnica che completa qualsiasi lavoro radiotecnico svolto su un radioricevitore. La taratura dei circuiti accordati di alta frequenza permette di ottenere la massima sensibilità e l'allineamento dell'indice del ricevitore sulla scala parlante. La taratura dei circuiti accordati di media frequenza permette di ottenere la massima potenza sonora, esente da ogni forma di rumorosità dovuta all'alta frequenza.

L'intervento sui circuiti di media frequenza si effettua, in pratica, sui trasformatori di media frequenza, che vengono anche chiamati « medie-frequenze ». Questi componenti sono dotati di nuclei di ferrite o di compensatori ed è proprio regolando tali elementi che si ottiene la taratura degli stadi di media frequenza.

La taratura dei trasformatori di media frequenza può essere effettuata in diverse maniere e gli strumenti necessari sono:

1° - l'oscillatore modulato

2° - il misuratore d'uscita (oppure il signal-tracer).

Il cacciavite completamente di plastica, che scongiura gli effetti capacitivi della mano, completa l'attrezzatura necessaria per le operazioni di taratura dei trasformatori di media frequenza. L'oscillatore modulato ha il compito di fornire tutti i segnali di frequenza ed intensità opportune per poter procedere all'allineamento; il misuratore d'uscita serve per valutare il grado di taratura che si deve raggiungere; per questo scopo si presta bene anche un comune tester predisposto per la misura delle tensioni alternate.

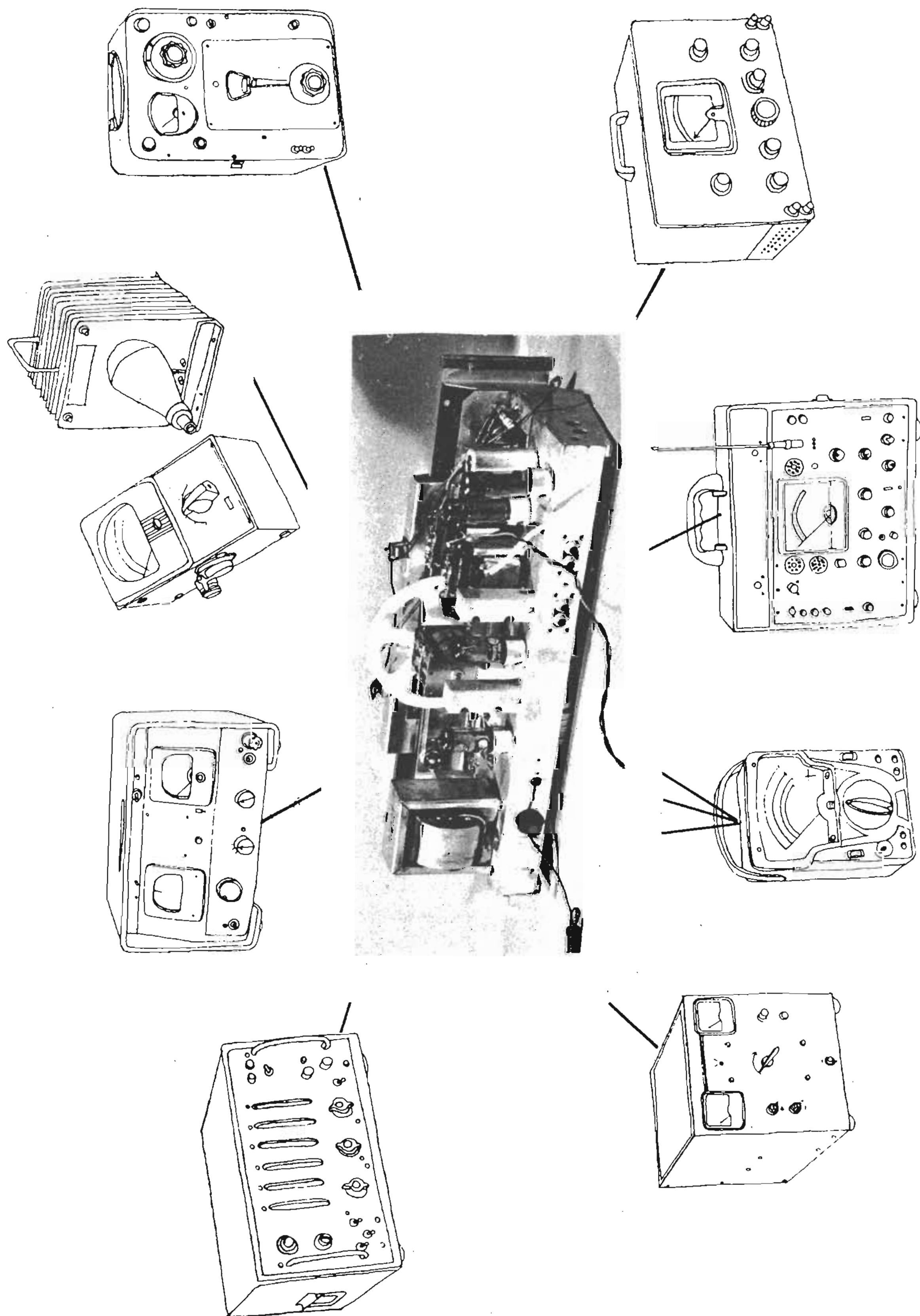
Taratura della media frequenza

Prima di procedere alle operazioni vere e proprie di taratura dei trasformatori di media frequenza, occorre eseguire qualche operazione di ordine elettrico e meccanico.

In taluni ricevitori radio i trasformatori di media frequenza non sono facilmente accessibili finchè il telaio rimane internamente al mobile; in questi casi, per agevolare le operazioni di taratura, occorre procedere all'estrazione del telaio dal mobile. C'è da tener conto, ancora, che in molti ricevitori radio uno dei due conduttori della tensione prelevata dalla rete-luce è collegato direttamente con il telaio dell'apparecchio; in questi casi, prima di iniziare le operazioni di taratura, occorrerà che l'operatore si isoli da terra, sedendo su una sedia di legno e poggiando i piedi su una tavola pure di legno.

Una volta sistemato il ricevitore sul banco di lavoro, si potrà procedere alla taratura vera e propria.

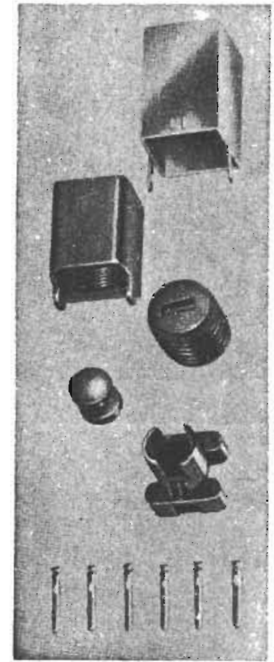
Si collega l'oscillatore modulato tra il telaio e la griglia controllo della valvola amplifica-



trice di media frequenza, interponendo fra il cordone uscente dallo strumento e la griglia della valvola un condensatore da 5000 pF. Il tester, commutato in posizione « tensione alternata », va collegato sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore di uscita. Tutto è pronto così per poter procedere alla taratura del secondo trasformatore di media frequenza. Ma la cosa più importante rimane quella di regolare l'oscillatore modulato sul valore esatto di frequenza su cui deve essere tarato il trasformatore. Tale dato è desumibile dagli schemi elettrici prodotti dalle case costruttrici. Generalmente tale valore si aggira intorno ai 467 KHz. La taratura si effettua regolando, mediante un cacciavite di plastica o un utensile di bachelite o di fibra, prima il circuito secondario e poi quello primario del secondo trasformatore di media frequenza, fino ad ottenere la massima lettura sulla scala del tester; volendo effettuare la taratura senza il misuratore d'uscita, si dovrà ugualmente intervenire sui nuclei o sui compensatori del secondo trasformatore di media frequenza, fino ad ascoltare il segnale più intenso possibile riprodotto dall'altoparlante. Durante queste operazioni il volume del ricevitore deve trovarsi nella posizione di massimo, il cambio d'onda deve risultare commutato sulla gamma delle onde medie, mentre l'indice della scala parlante dovrà trovarsi a fondo scala, dal lato delle onde più lunghe (basse frequenze); il regolatore di tono dovrà essere sistemato nella posizione di « tono acuto ».

Si può ora passare alla taratura del primo trasformatore di media frequenza. Anche in questo caso serve il misuratore di uscita e l'oscillatore modulato; il primo va lasciato



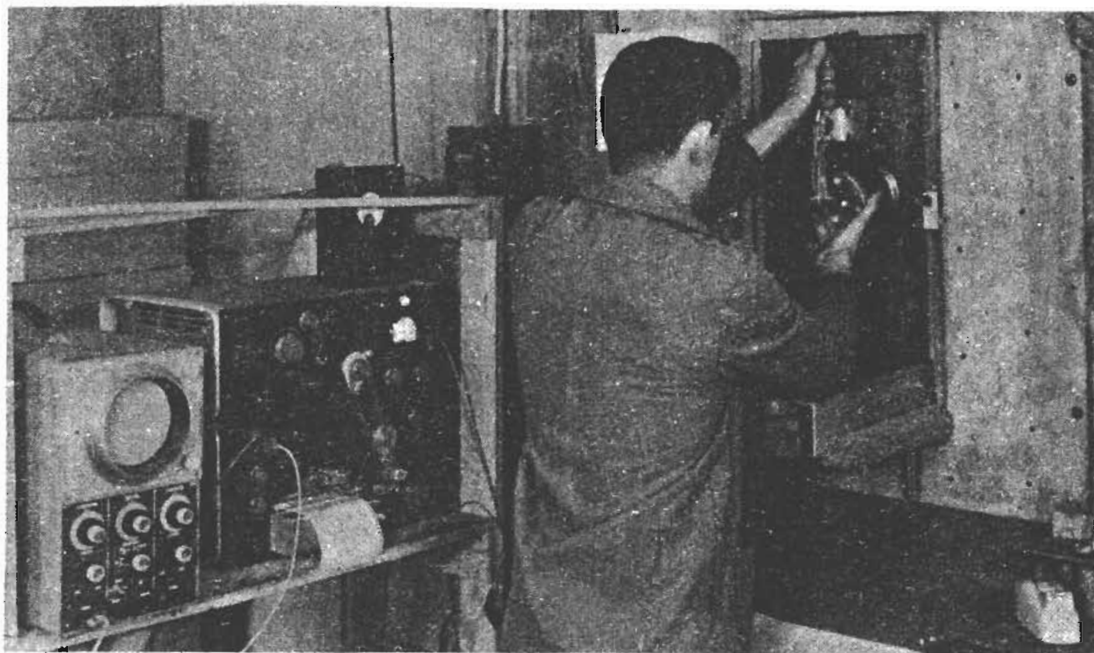


Il trasformatore di media frequenza, più semplicemente denominato « media frequenza », costituisce uno degli elementi su cui si agisce in sede di taratura del ricevitore supereterodina. Quelli per i ricevitori a transistor sono di piccole dimensioni e sono equipaggiati con un solo nucleo di ferrite.
Il disegno a destra rappresenta appunto uno di questi trasformatori decomposto nelle sue parti essenziali.

La taratura più completa e più perfetta di un ricevitore supereterodina di recentissima produzione commerciale si ottiene con una serie di strumenti e di apparati di cui sono forniti i laboratori più attrezzati e più moderni. Essi vanno dal frequenzimetro, all'oscillatore modulato, all'analizzatore di distorsione e via via fino al tester e al misuratore di potenza.

inserito sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore d'uscita, come nel caso della precedente operazione di taratura; l'oscillatore modulato va lasciato regolato sul precedente valore di frequenza.

Quel che cambia è il tipo di connessione del cavo uscente dallo strumento. Infatti in questo secondo caso, l'oscillatore modulato va collegato alla griglia controllo della valvola convertitrice, sempre inserendo in serie a tale connessione un condensatore da 50.000 pF. Della prima media frequenza si tara prima l'avvolgimento secondario e poi quello primario, mediante l'impiego di un cacciavite isolato in modo da scongiurare gli effetti capacitivi della mano dell'operatore. L'oscillatore, durante l'allineamento, è bene



Ogni altoparlante ha una resa e caratteristiche tecniche proprie. Nei laboratori più attrezzati si conduce uno studio particolareggiato su questo importante componente, controllandone l'emissione sonora anteriore e posteriore, la percentuale di distorsione conferita ai suoni e la potenza massima alla quale la riproduzione risulta ancora accettabile.

che risulti modulato al 30 % da una frequenza di 400 Hz; se l'oscillatore è dotato di un attenuatore tarato, è possibile controllare la sensibilità del ricevitore in M.F. che deve essere dell'ordine del migliaio di microvolt in corrispondenza della media frequenza e del centinaio di microvolt in corrispondenza della prima media frequenza per una uscita di 50 mW.

Se il ricevitore radio tende ad innescare proprio quando si raggiunge una perfetta taratura dei trasformatori di media frequenza, occorre controllare se l'inconveniente cessa spostando l'indice della scala parlante verso le stazioni d'onda più corte; se ciò si verifica occorrerà ritenere che la media frequenza è stata tarata su un valore troppo alto, oppure che l'oscillatore locale è completamente starato. Occorrerà quindi controllare questo stadio e se il fenomeno dovesse ripetersi si dovrà ritarare la media frequenza su un valore di frequenza leggermente più basso. Nel caso in cui l'innesco non dovesse sparire dopo gli interventi or ora suggeriti, si dovrà ritenere l'inconveniente dovuto a cause estranee alla taratura come, ad esempio, gli schermi non connessi con la massa, valori di tensioni eccessivi, esaurimento di condensatori elettrolitici ecc

Può capitare che un ricevitore radio perfettamente tarato presenti un funzionamento normale se mantenuto a volume medio, mentre dia luogo all'insorgere di inneschi quando il potenziometro di volume venga ruotato verso valori massimi. Per eliminare tale inconveniente si dovrà provocare un leggero disaccordo nel primo trasformatore di media frequenza, sino ad ottenere la scomparsa dell'innesco. Tuttavia se tale intervento dovesse ridurre di molto la sensibilità del ricevitore, allora converrà invertire i collegamenti dei terminali dell'avvolgimento secondario del primo trasformatore di media frequenza.

Si crea in tal modo una controreazione che elimina il difetto. Tuttavia il più delle volte, lo ripetiamo, l'insorgere di inneschi a tutto

volume va imputato alla mancanza di schermatura della valvola amplificatrice di media frequenza.

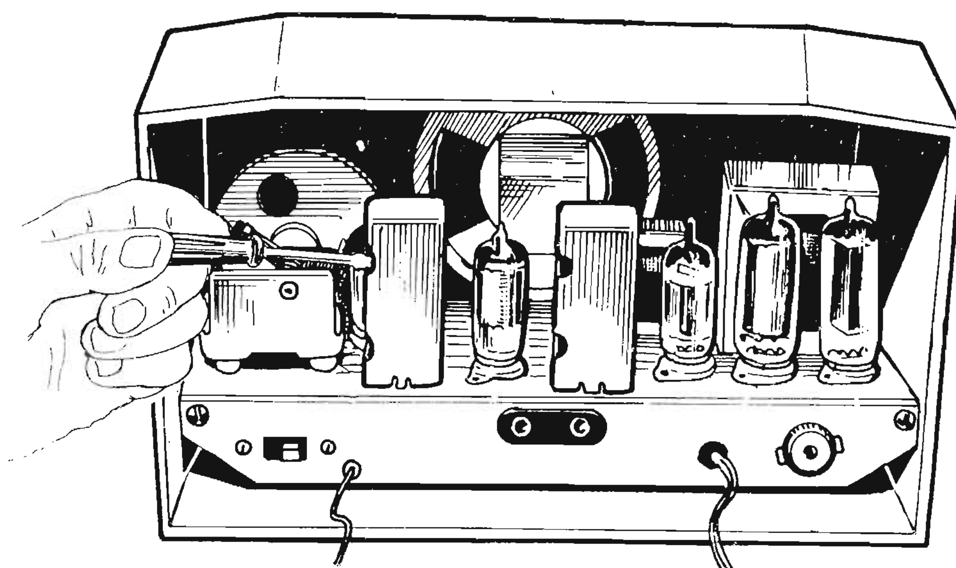
Può capitare che dopo una perfetta taratura del ricevitore la riproduzione risulti cupa. Tale difetto è caratteristico di quei ricevitori nei quali le medie frequenze concedono una banda passante molto ristretta, determinando la soppressione di talune frequenze. Si può dire che in questi casi i circuiti di media frequenza del ricevitore radio risultino eccessivamente selettivi, cioè in grado di escludere dalla amplificazione dei segnali radio una parte di frequenze privando il ricevitore stesso del pregio della fedeltà. In questi casi occorre ritarare i due avvolgimenti secondari dei due trasformatori d'uscita ad una frequenza superiore di 1 KHz, il primo, e ad una frequenza inferiore di 1 KHz il secondo, in modo da ottenere una banda passante più ampia.

Taratura delle onde medie

La taratura delle onde medie, cioè di una parte dello stadio convertitore, ha per scopo il raggiungimento di una precisa corrispondenza fra la frequenza delle emittenti e quella indicata sulla scala parlante. Questa operazione si ottiene regolando dapprima lo stadio oscillatore e, successivamente, lo stadio di entrata di alta frequenza.

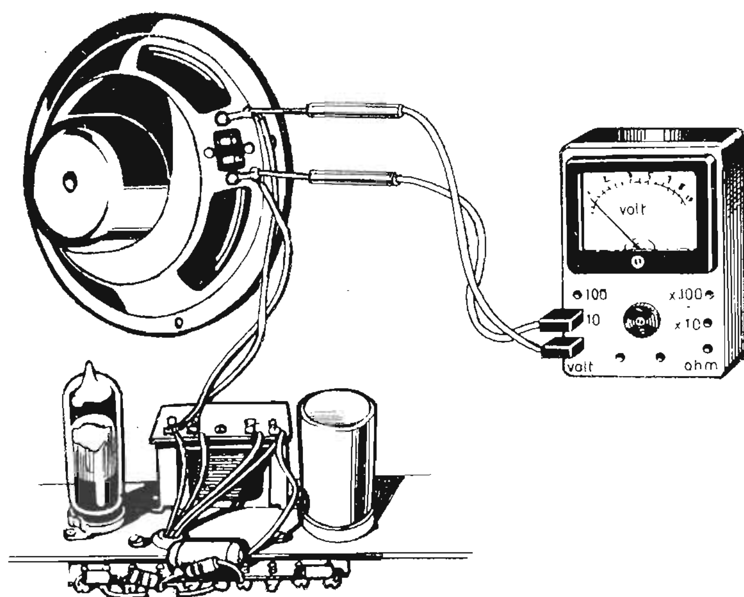
Anche per questo genere di taratura servono l'oscillatore modulato, il misuratore di uscita (tester) e il cacciavite. L'oscillatore modulato va applicato fra la presa di antenna del ricevitore e la massa, dopo aver staccato il terminale della discesa di antenna dal ricevitore. L'allineamento, cioè la taratura delle onde medie, si effettua su due punti della scala, che vengono chiamati rispettivamente « punto alto » e « punto basso ». Il primo viene preso tra i 1400 e i 1500 KHz; il secondo viene preso tra i 500 e i 600 KHz.



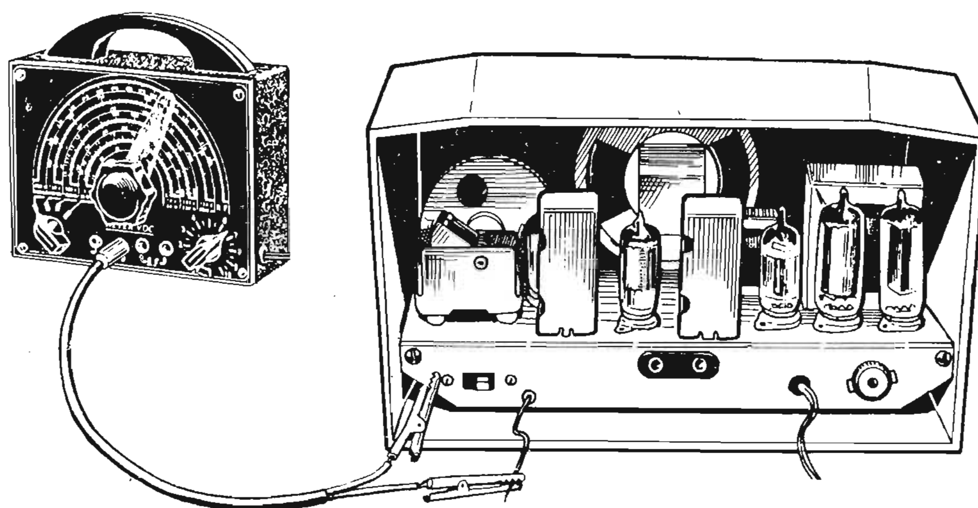


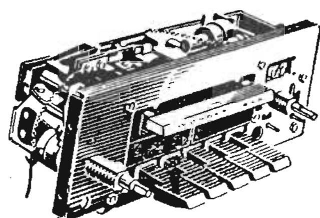
La taratura delle medie frequenze di un ricevitore a circuito supereterodina si può effettuare in due diverse maniere: ad orecchio oppure con l'ausilio dell'oscillatore modulato. In entrambi i casi si avvitano o si svitano i nuclei dei due trasformatori di media frequenza, cominciando con i due della prima MF per terminare con quelli della seconda MF.





Il sistema della taratura ad orecchio può essere aiutato con l'uso del tester commutato nella posizione di misura delle tensioni. I puntali dello strumento vanno applicati ai terminali della bobina mobile dell'altoparlante; i nuclei delle medie frequenze vengono ruotati fino ad individuare il punto in cui la tensione misurata dallo strumento è massima.

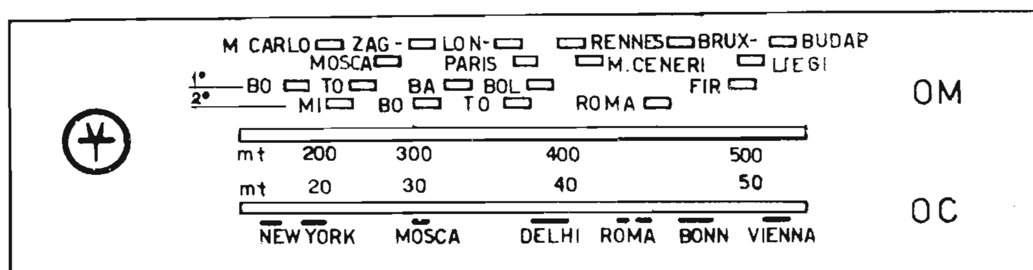




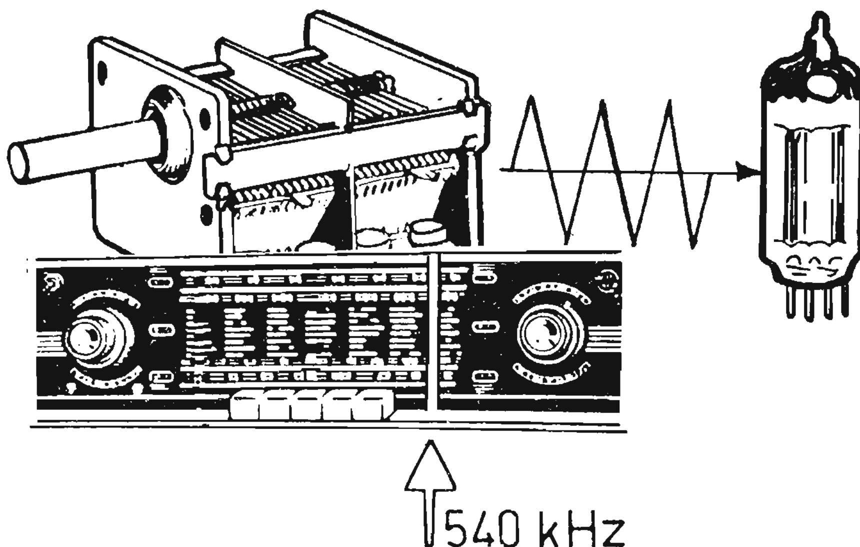
L'oscillatore modulato serve anche per l'allineamento del ricevitore radio. Esso consiste nel far in modo che l'indice della scala coincida con la dicitura riportata in questa ultima e che proprio in questo punto si ascolti la emittente denominata sulla scala stessa. Il procedimento consiste nell'immettere nel circuito di antenna segnali di frequenza pari a quelli delle emittenti.

La ricerca delle emittenti nell'autoradio è facilitata da un dispositivo meccanico a tasti. Ad ogni tasto corrisponde una determinata emittente.

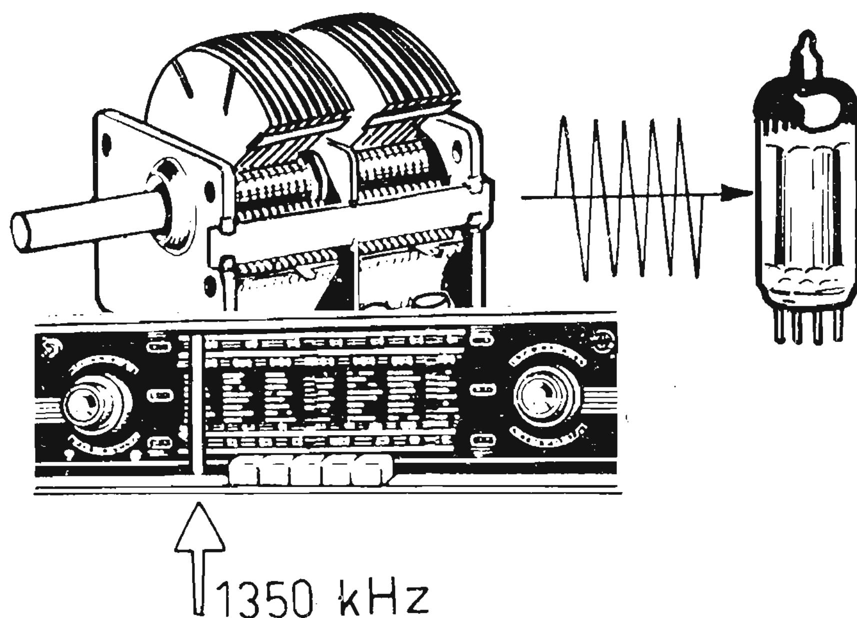
Le scale parlanti dei ricevitori radio possono essere semplici o complesse. In quelle normali la suddivisione viene fatta in due gamme d'onda: quella delle onde medie (OM) e quella delle onde corte (OC). Nella scala sono riportati i nominativi delle varie emittenti e le lunghezze d'onda in metri. In talune scale parlanti ai valori delle lunghezze d'onda in metri vengono fatti corrispondere quelli delle varie frequenze.



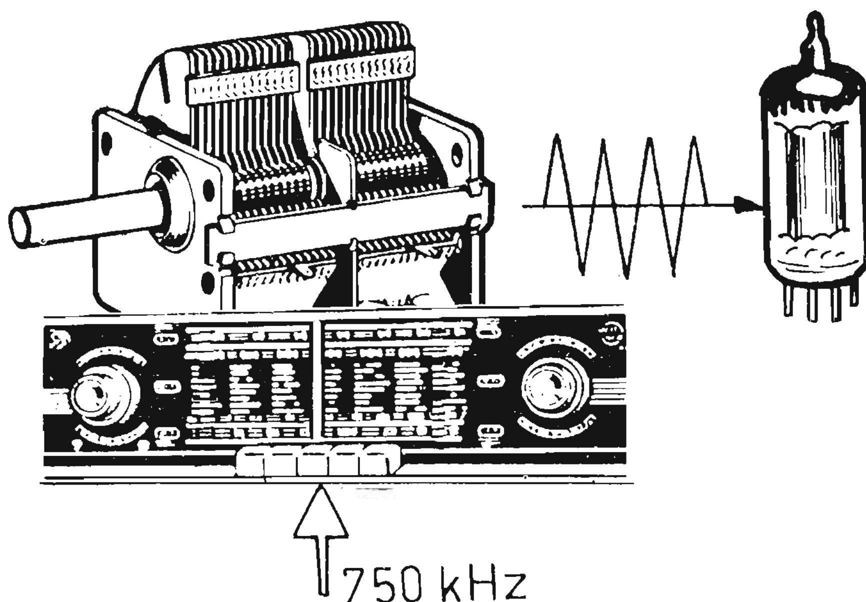
Le operazioni di allineamento si eseguono in tre punti fondamentali della scala parlante: dapprima si allineano le emittenti dalla parte delle frequenze più basse, cioè dalla parte della scala dove sono presenti le onde di maggior lunghezza.

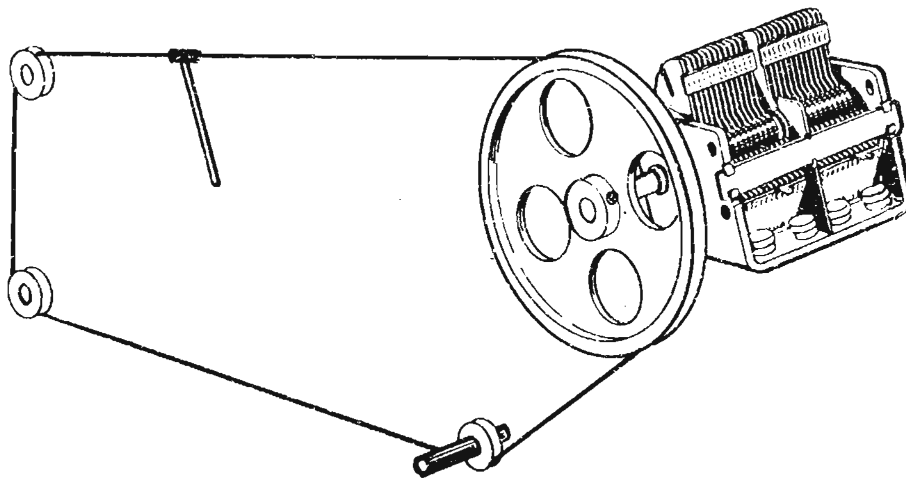


Successivamente si allineano le emittenti dalla parte delle frequenze più alte, cioè dalla parte della scala in cui sono presenti le emittenti di lunghezza d'onda più corta.



La terza fase di allineamento si esercita al centro scala. Le tre operazioni, per le quali occorre agire sul « trimmer » e sul « padding », vanno ripetute due e più volte.



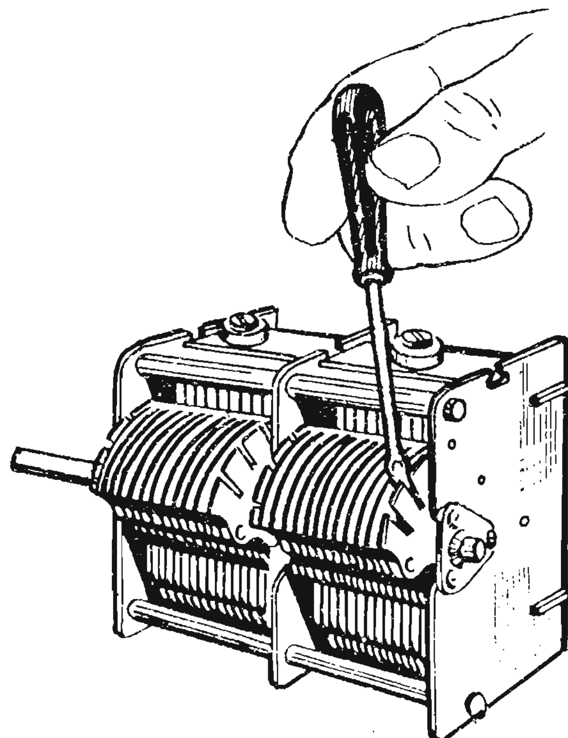


La prima operazione da farsi è quella di spostare l'indice di sintonia dell'apparecchio radio, manovrando sull'apposito comando, in corrispondenza del « punto basso ». Successivamente si regola l'oscillatore modulato sul valore di frequenza corrispondente all'indice e leggibile sulla scala parlante dell'apparecchio radio. Si regola quindi il nucleo ferro-magnetico della bobina dell'oscillatore locale (contenuto nel gruppo A.F.) onde medie fino a che il tester segnala un valore di massima uscita. Si procede ora alla regolazione del nucleo della bobina d'aereo, onde medie, fino ad ottenere la massima uscita.

Si può passare ora alla taratura dello stadio di entrata sul « punto alto ». Il procedimento è analogo a quello precedente. Si sposta l'indice della scala parlante in corrispondenza del « punto alto », manovrando l'apposito comando di sintonia, e si regola l'oscillatore modulato sul valore di frequenza identico a quello sul quale si trova l'indice della scala parlante; mediante il cacciavite si regola prima il compensatore dell'oscillatore locale e poi quello del circuito d'entrata, fino ad ottenere la massima uscita. Durante questo secondo intervento sul gruppo A.F., quasi sempre, si verifica uno spostamento delle emittenti rispetto alle indicazioni della scala parlante nel « punto basso », cioè un disallineamento nella gamma delle frequenze più basse. Occorre quindi ripetere per due e più volte le stesse operazioni, ritornando al « punto basso e poi a quello alto.

In ogni caso la taratura, cioè l'allineamento sulle onde medie, si effettua sempre avvi-

La meccanica della scala parlante, di qualunque tipo essa sia, deve rispettare un principio fondamentale, valido per tutti i ricevitori radio: deve essere tale da far correre l'indice da una estremità all'altra in corrispondenza della chiusura e dell'apertura totale del condensatore variabile.
Per l'allineamento a centro scala (disegno sotto riportato) occorre talvolta agire sulle lamine estreme del rotore del variabile, spostando di poco una delle lamelle in cui la lamina stessa è suddivisa.



tando o svitando leggermente i componenti indicati.

Se dopo queste operazioni ci si dovesse accorgere che l'indice della scala parlante risulta spostato rispetto alle indicazioni in essa riportate, si dovrà concludere che lo oscillatore modulato genera delle frequenze diverse da quelle indicate sul suo quadrante, oppure che la scala parlante del ricevitore è di vecchio tipo.

Per accertarsi sulla efficienza dell'oscillatore modulato basterà sintonizzare il ricevitore su una emittente molto nota e molto potente, come ad esempio la locale; sul valore noto della frequenza di questa emittente si sintonizza l'oscillatore modulato, il cui segnale si immette nella presa d'aereo del ricevitore; se tutto è normale si dovrà ascoltare un fischio, che rappresenta la frequenza di battimento tra le due frequenze.

Taratura delle onde corte

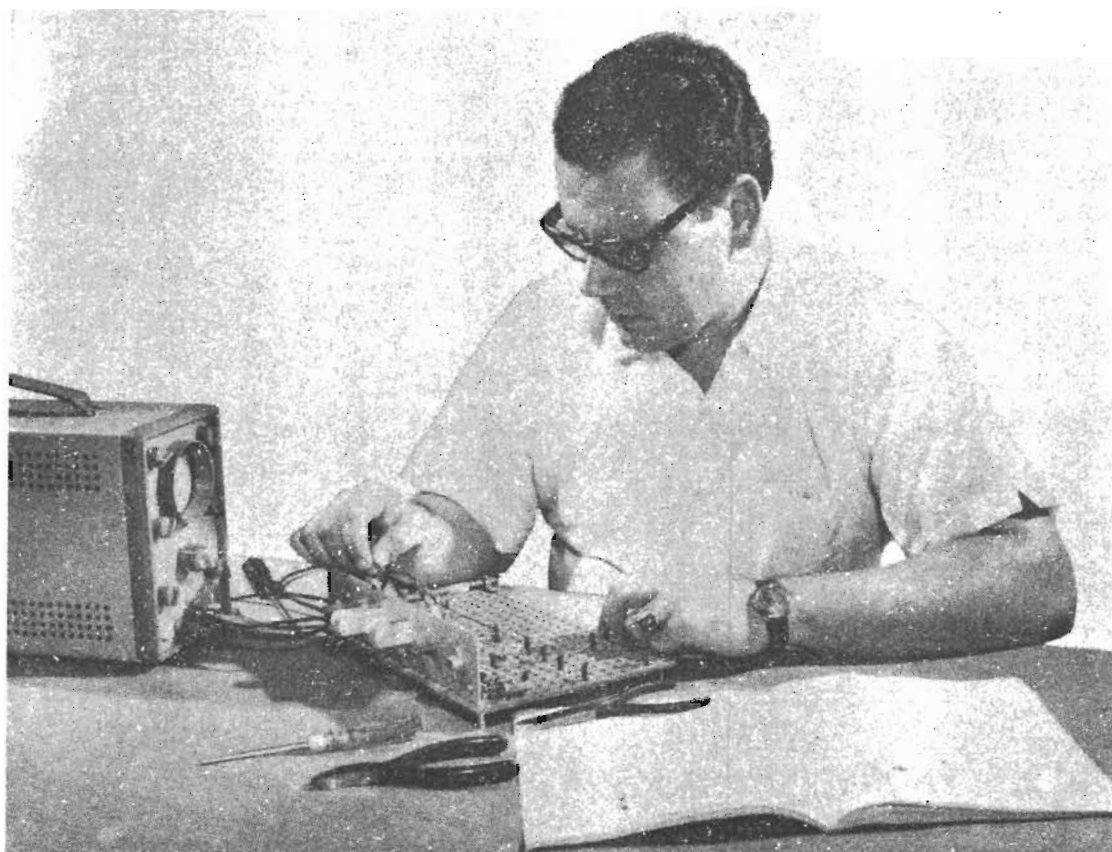
L'allineamento sulla gamma delle onde corte si effettua in maniera analoga a quella per le onde medie.

Nella maggioranza dei gruppi di alta frequenza manca la possibilità di allineare il ricevitore sul « punto basso ». In tutti questi casi si dovrà effettuare la taratura soltanto sul « punto alto ».

Per la gamma delle onde corte occorre servirsi di un'antenna fittizia, utilizzando allo scopo una resistenza da 30 ohm.

Nella taratura delle gamme ad onde corte e cortissime è importante effettuare l'allineamento sulla frequenza fondamentale e non sull'immagine; in pratica, dei due segnali che vengono ricevuti ad una distanza di 450 KHz circa, si dovrà scegliere sempre quello a frequenza più elevata, evitando l'altro.

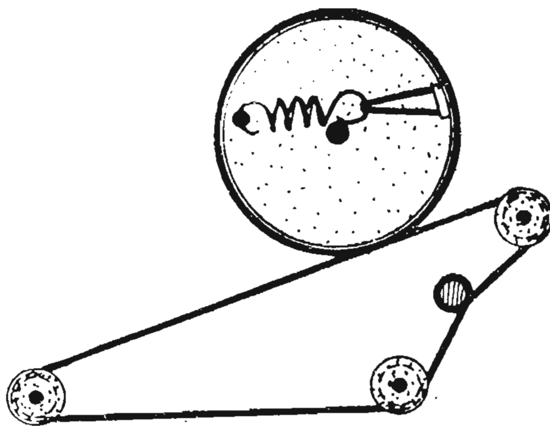
Una volta eseguito l'allineamento sui due punti estremi delle gamme ad onde medie e corte, ci si potrà accorgere che l'allineamento nella zona di centro scala non è perfetto. In questi casi basterà intervenire con una semplice operazione meccanica sul condensatore variabile. Sulle lamine mobili esterne di ogni condensatore variabile risultano praticati degli intagli. Basterà intervenire con un cacciavite ed esercitare una leggera pressione su uno dei tratti di lamina compresi fra due spaccature e piegarlo leggermente verso l'esterno; mediante questa operazione si riuscirà ad ottenere il perfetto allineamento anche sulle frequenze di centro-scala.



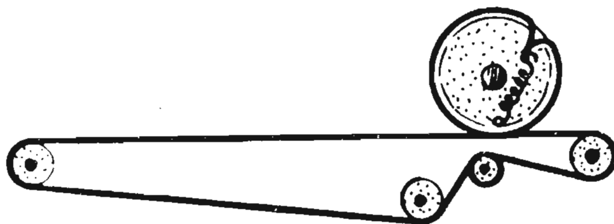
MONTAGGIO FUNICELLE SCALE PARLANTI

Tutte le meccaniche delle scale parlanti degli apparecchi radio devono rispondere ad un unico principio: quello di trascinare l'indice da un estremo all'altro della scala, in corrispondenza dell'apertura e della chiusura totale del condensatore variabile. La meccanica deve essere inoltre scorrevole, rigida e precisa. Le funicelle possono essere di acciaio, di seta o di nylon. L'equipaggio sul quale è montato l'indice deve risultare rigidamente connesso con la funicella, onde evitare slittamenti e scorrimenti durante le operazioni di sintonia del ricevitore. In ogni caso occorre evitare la lubrificazione dei rotismi, perchè a lungo andare, con l'ingresso della polvere nel ricevitore, perderebbero ogni effetto di scorrevolezza. Le stesse molle di tensione possono allentarsi col passare degli anni, richiedendo la loro sostituzione quando la funicella si allenta e non reagisce più alle sollecitazioni del comando di sintonia.

PHILIPS

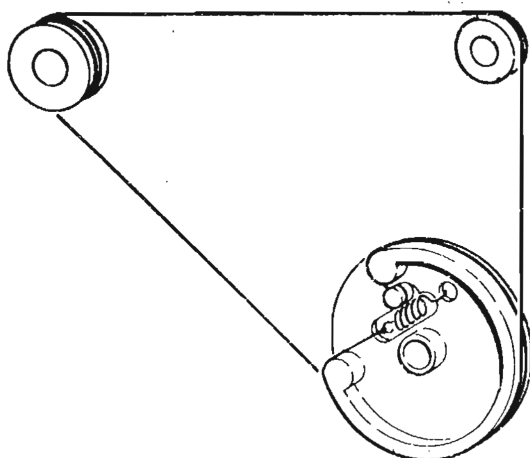


Meccanica della scala parlante dei ricevitori Philips modd. B320A - HI424A - HI450A. La funicella si applica inizialmente sul rotore connesso con il perno del condensatore variabile; la si fa scorrere successivamente sull'incavo della rotella di sinistra e poi su quella in basso a destra; sul perno la funicella viene avvolta con due giri; essa vien fatta passare poi sull'incavo della puleggia situata all'estrema destra per avvolgersi finalmente per 3/4 di giro al rotore e per essere agganciata alla molla.

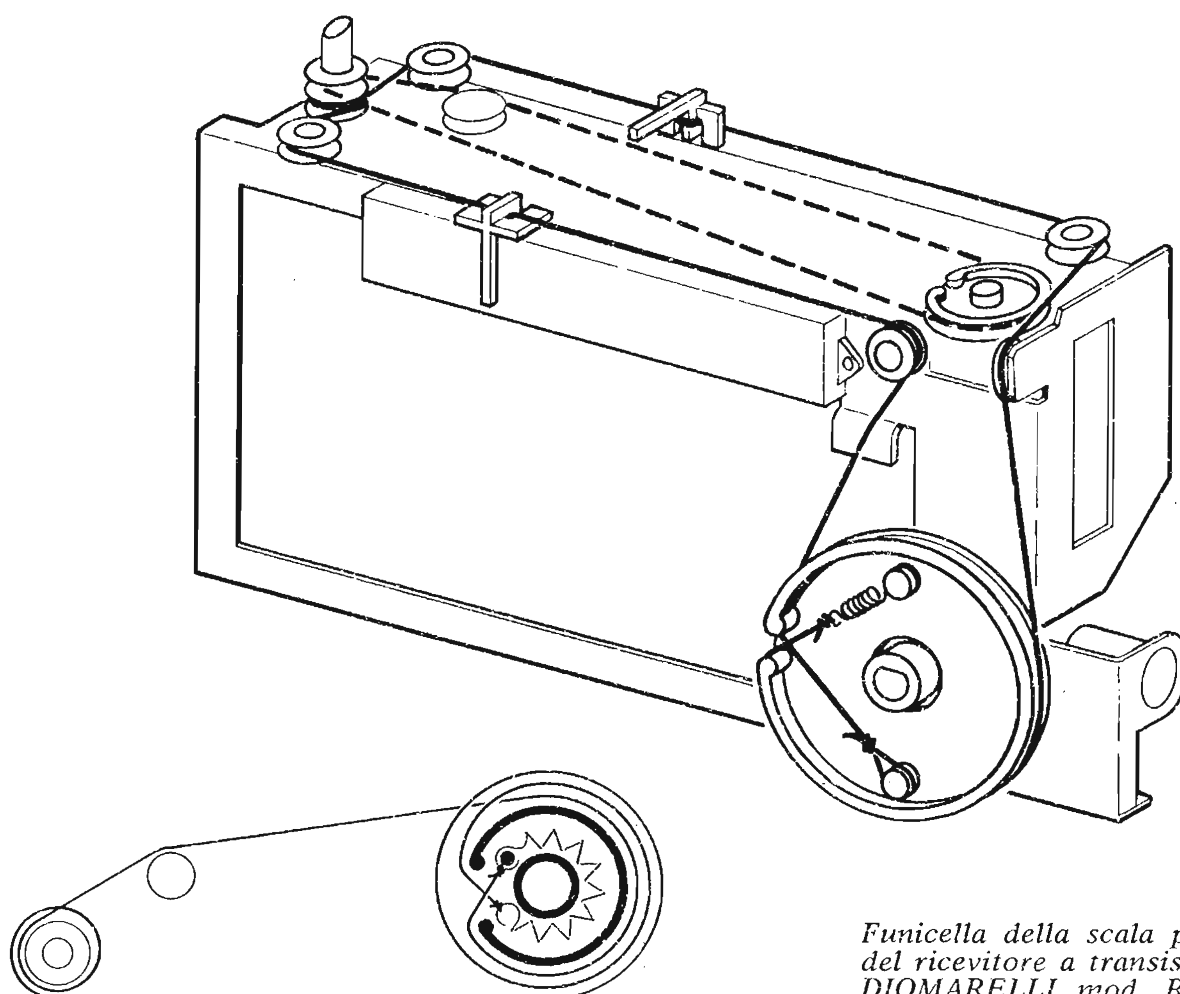


Meccanica della scala parlante dei ricevitori Philips modd. 371A - 460A - 472A. La funicella è fissata, per mezzo di un nodo, al rotore; essa scorre poi sull'incavo della puleggia posta all'estrema destra; viene avvolta con due giri attorno al perno e fatta scorrere, quindi attraverso gli incavi delle altre due pulegge, per ritornare finalmente al rotore.

RADIOMARELLI

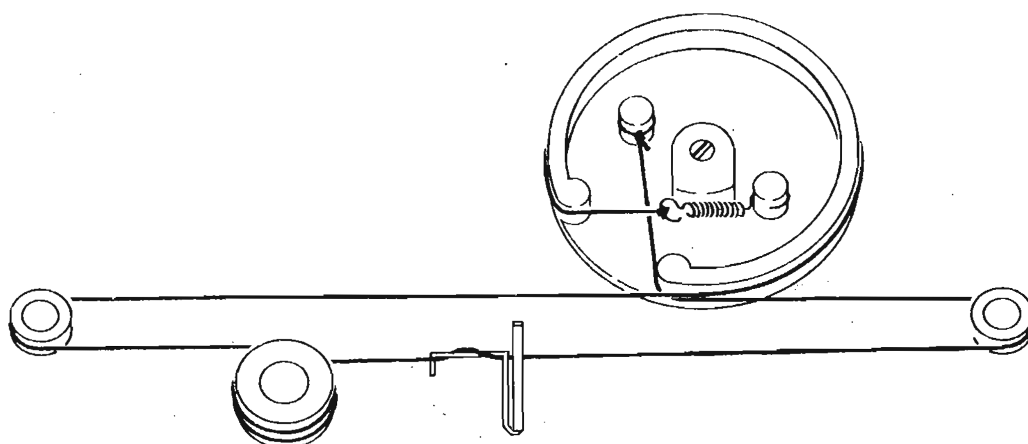


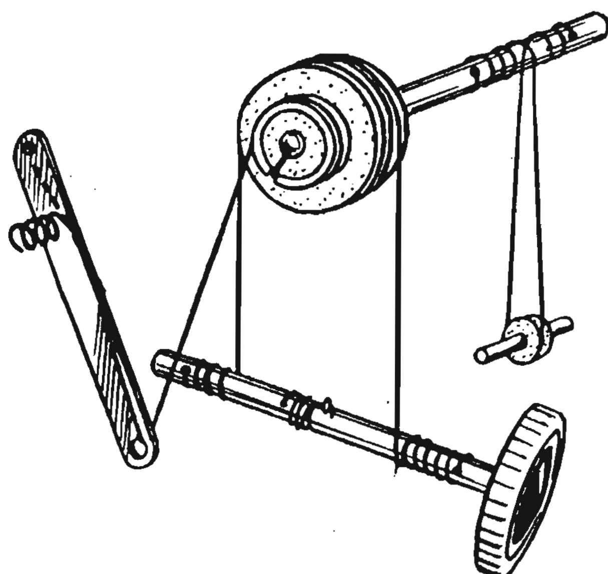
Montaggio della funicella della scala parlante del riccvitore a transistor RADIOMARELLI mod. RD322. La gamma di frequenze si estende fra 0,525 e 1,620 MHz.



Funicella della scala parlante del ricevitore a transistor RADIOMARELLI mod. RD320.

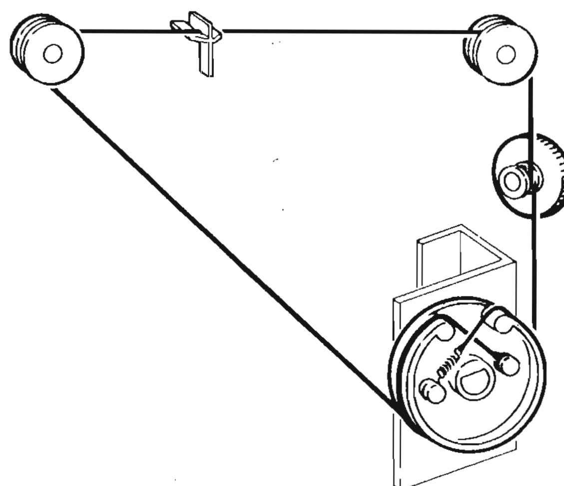
Montaggio funicella della scala parlante del ricevitore a valvole RADIO-MARELLI mod. RD249.

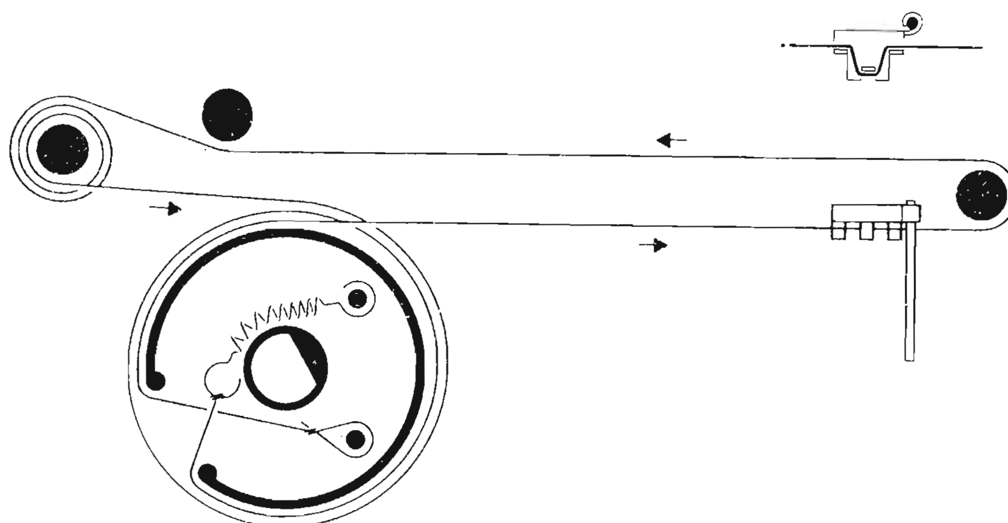




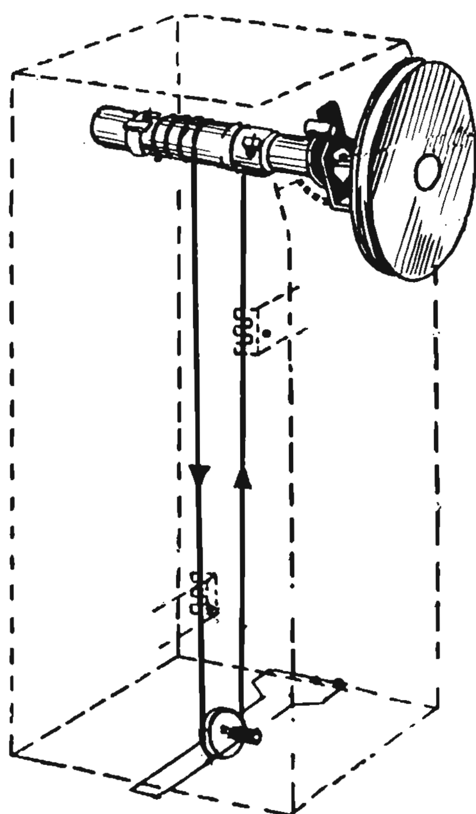
Meccanica della scala parlante dei ricevitori RADIOMARELLI modd. 9 U 65 - 9 A 75 - 9 A 85 - 9 A 95. Le funicelle, in questo particolare tipo di meccanica, sono in numero di tre: quella avvolta sul perno in alto sostiene gli equipaggi; quella avvolta all'estrema destra del perno in basso comanda il tamburo; quella all'estrema sinistra guida l'indice della scala.

Montaggio funicella della scala parlante del ricevitore a transistor RADIOMARELLI mod. RD324.

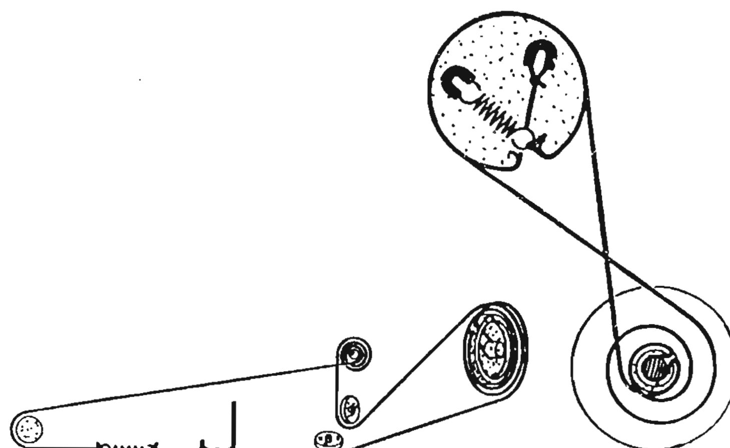




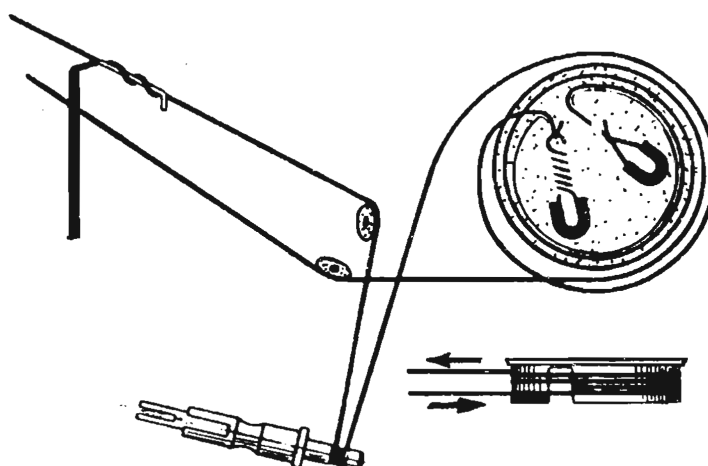
Montaggio funicella della scala parlante del radiofonografo a valvole RADIOMARELLI modd. RD244 - RD248.

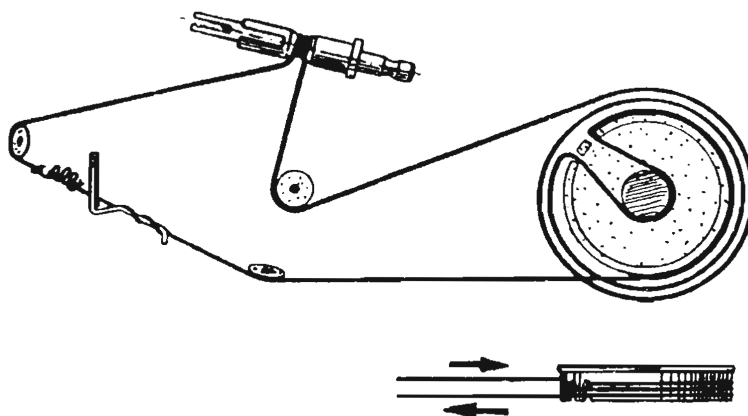


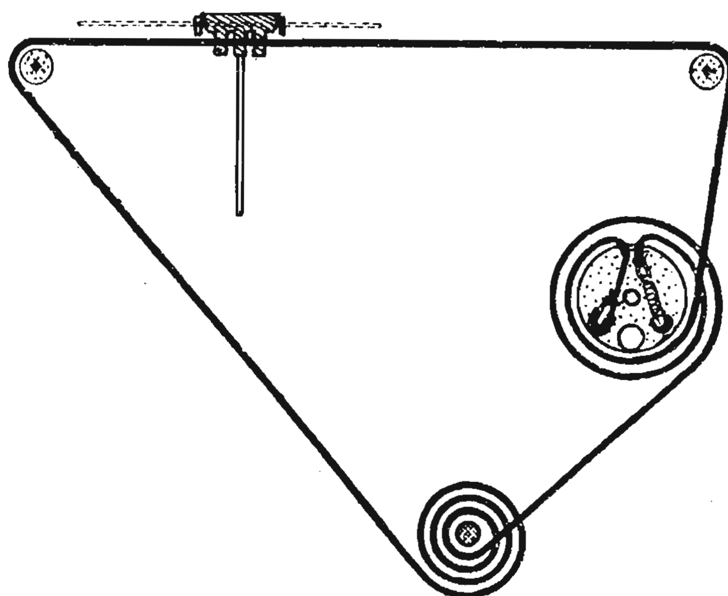
Meccanica dell'induttore variabile del ricevitore RADIOMARELLI modd. 9U65 - 9A75 - 9A85 - 9A95.



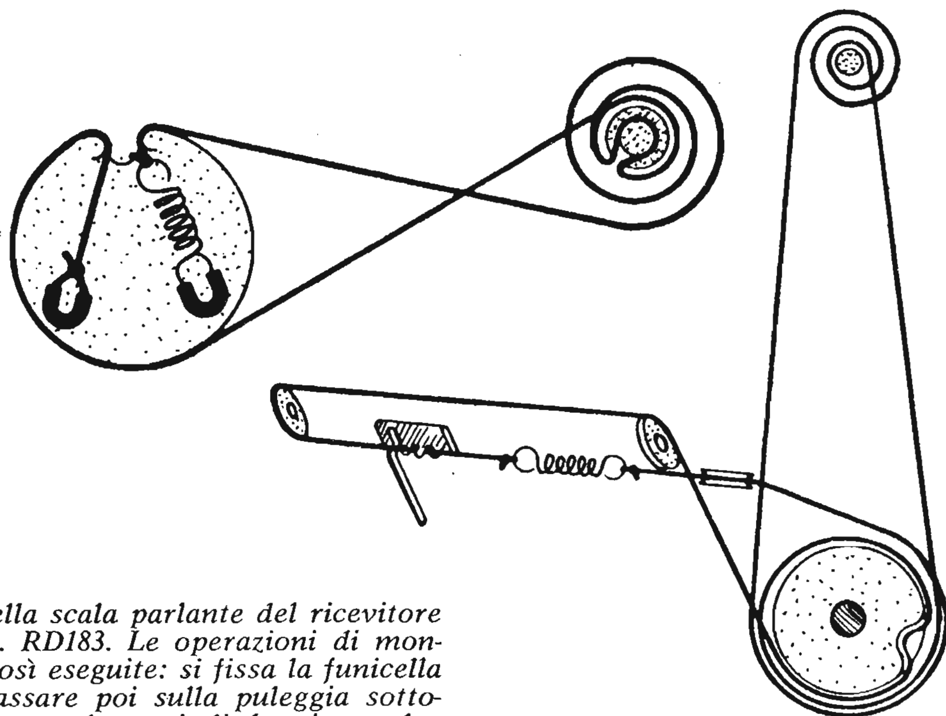
Montaggio funicella della scala parlante del ricevitore RADIOMARELLI modd. 171 - 176 - 178 - 183. Il disegno in alto illustra le meccaniche dei comandi di sintonia MA (a destra) ed MF (a sinistra). Il disegno al centro illustra la meccanica del comando di sintonia a modulazione d'ampiezza; quello in basso illustra, in ogni particolare, la meccanica di sintonia per la ricezione in modulazione di frequenza.





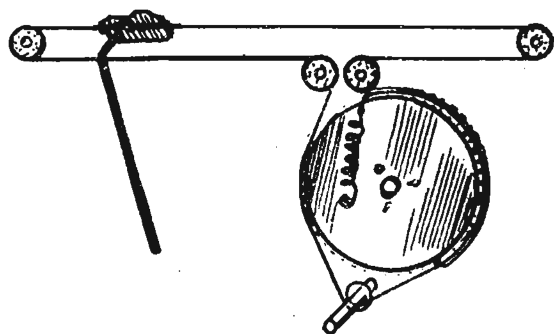


Meccanica della scala parlante dei ricevitori RADIOMARELLI modd. 159 - 161 - 162 - 163 - 169. Una delle due estremità della funicella va annodata ad asola e fissata al rotore; la funicella vien fatta girare nel rotore da destra verso sinistra; vien fatta passare poi nella prima puleggia da destra verso sinistra e, successivamente, nella seconda; la funicella deve compiere due giri attorno al perno di comando prima di ritornare al rotore, cui va fissata con la molla di tensione.

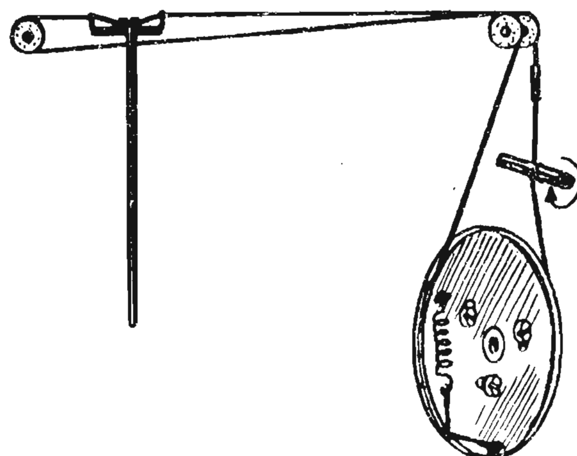


Montaggio funicella della scala parlante del ricevitore RADIOMARELLI mod. RD183. Le operazioni di montaggio devono essere così eseguite: si fissa la funicella al rotore facendola passare poi sulla puleggia sottostante all'albero di comando; quindi la si avvolge attorno al perno per 4 giri e la si fa passare sulla puleggia esterna; la funicella scorre poi sulla puleggia centrale per essere fissata al rotore. La funicella della sintonia FM va collegata fra il rotore del condensatore variabile e la puleggia di comando del gruppo AF/FM.

PHONOLA

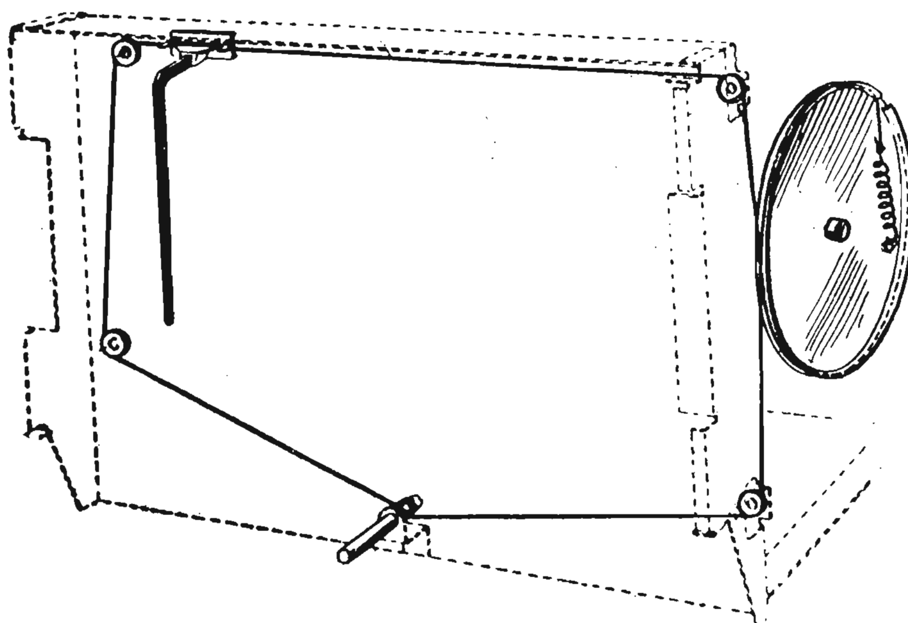


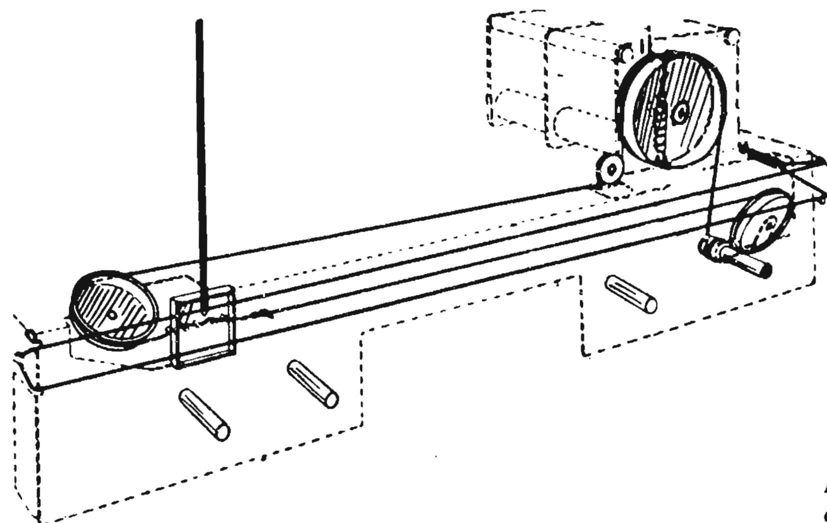
Montaggio indice dei ricevitori PHONOLA modd. 903 - 5529 - 5530 - 5533.



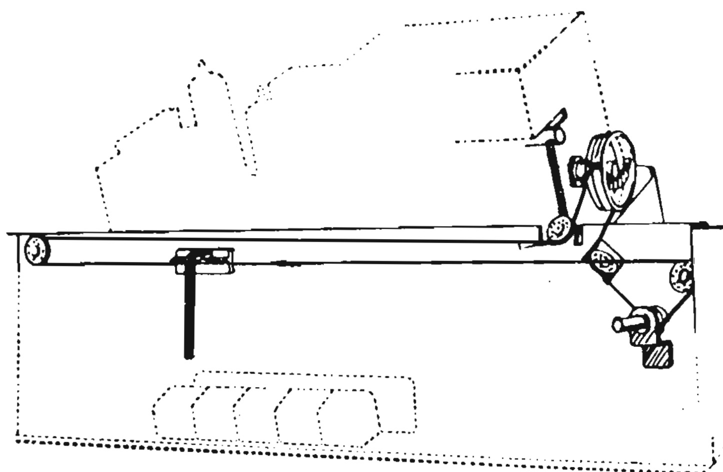
Montaggio della funicella per il funzionamento della scala parlante del ricevitore PHONOLA mod. 597.

Meccanica della scala parlante dei ricevitori PHONOLA modd. 641 - 645.

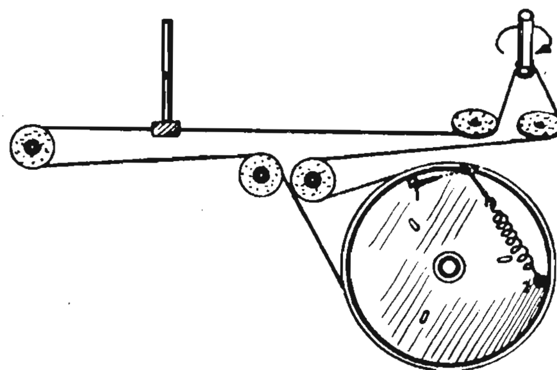


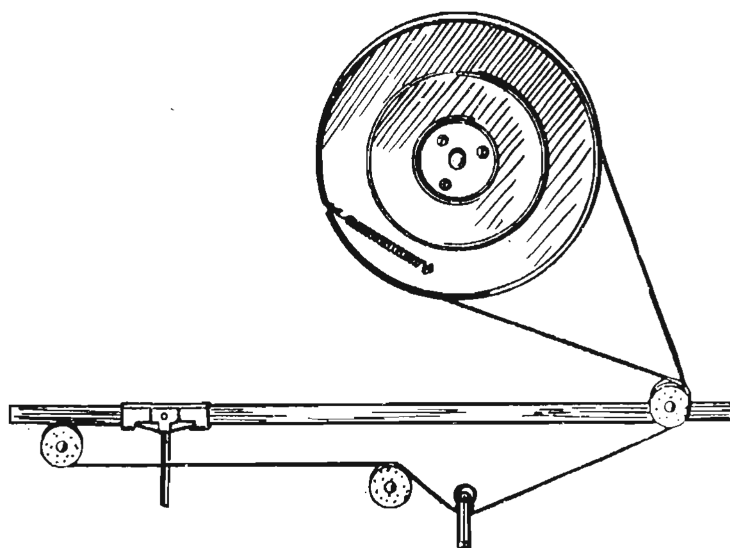


Montaggio funicella e indice del ricevitore PHONOLA mod. 661. Per questo tipo di scala occorrono due diverse funicelle: una di seta della lunghezza di 460 mm. e una di acciaio della lunghezza di 678 mm.

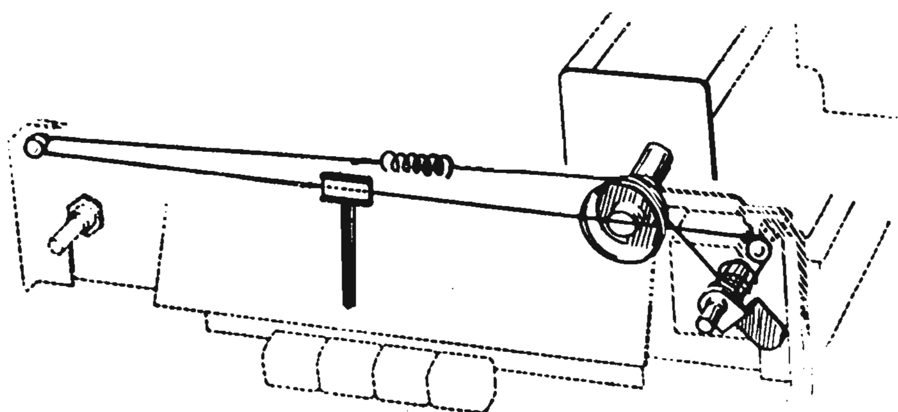


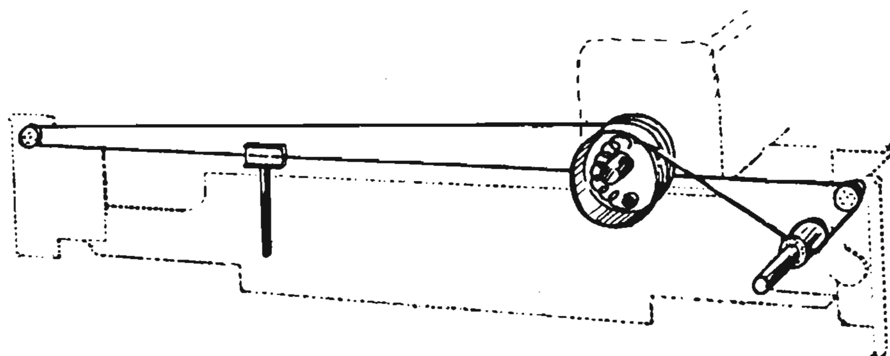
Meccanica della scala parlante del ricevitore PHONOLA mod. 599. La lunghezza della funicella è di 685 mm. e deve essere annodata ad asola, sulle due estremità, in modo che la lunghezza netta risulti di 652 mm.



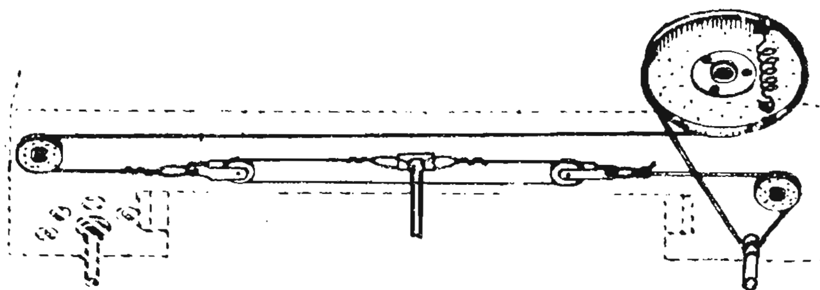


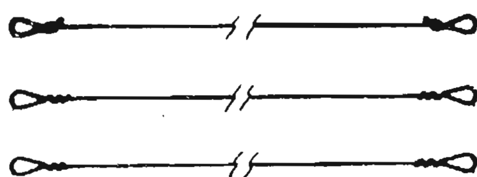
Meccanica della scala parlante dei ricevitori PHONOLA modd. 595 - 630 - 5501 - 5503. La lunghezza della funicella è di 890 mm.

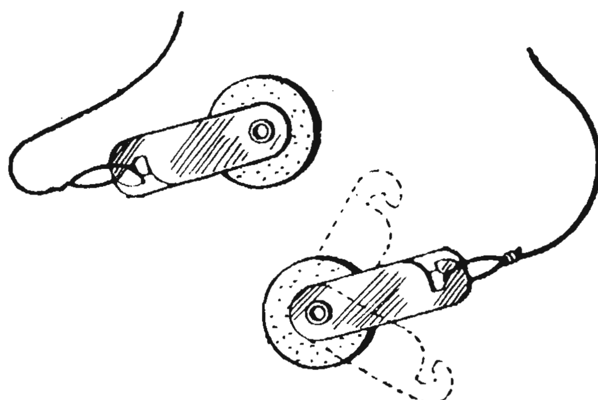




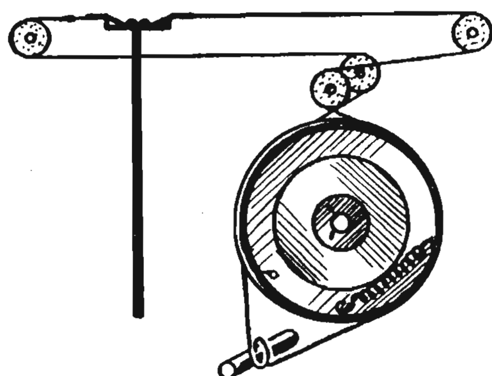
Meccanica della scala parlante dei ricevitori a valvole PHONOLA modd. 676 - 678. Per questo tipo di scala occorrono una funicella d'acciaio della lunghezza di 260 mm. e una di seta della lunghezza di 756 mm.



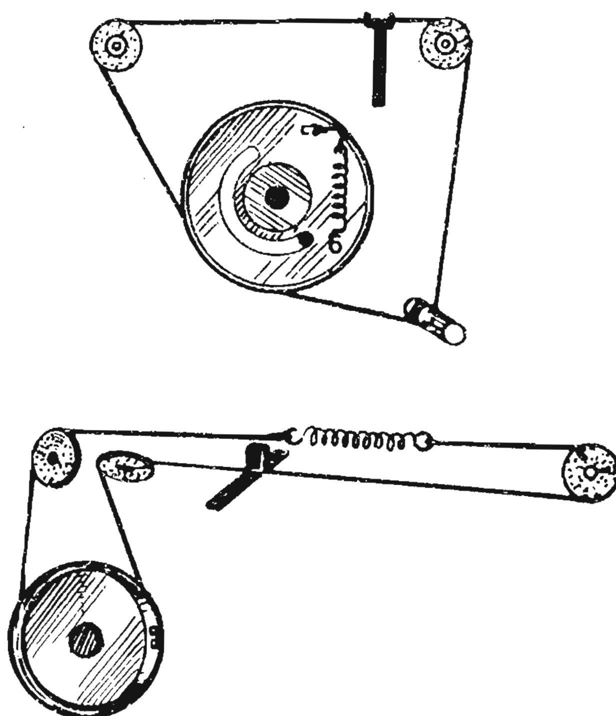




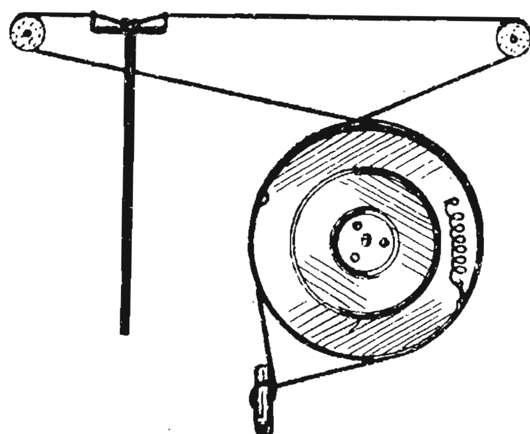
Meccanica della scala parlante dei ricevitori PHONOLA modd. 417 - 575 - 578 - 580. La lunghezza dei tre elementi di funicella è nell'ordine: 347 - 572 - 322 mm.



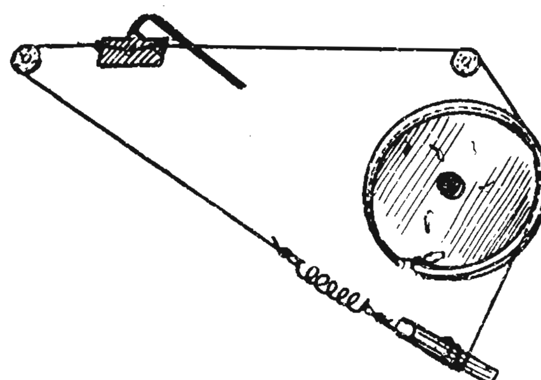
Montaggio della funicella dei ricevitori PHONOLA modd. 724 - 5512 - 5517 - 5518. I tratti di funicella sono due: ***uno di acciaio e uno di seta.***



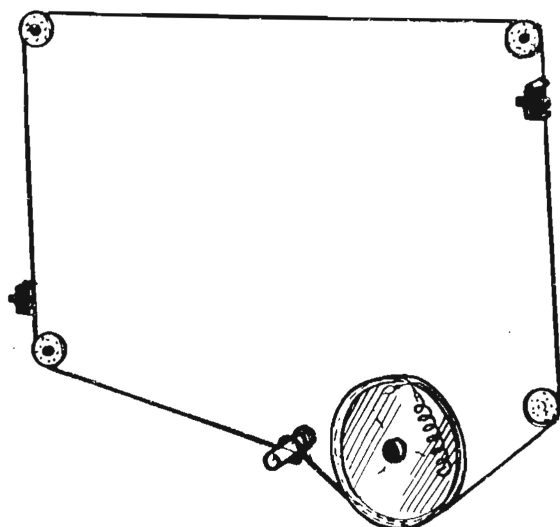
Montaggio della funicella per il funzionamento del selettore del ricevitore PHONOLA mod. AUTORADIO 5521. La lunghezza della funicella è di 500 mm; alle due estremità vengono composte due asole in modo che la lunghezza netta della funicella risulti di 475 mm.



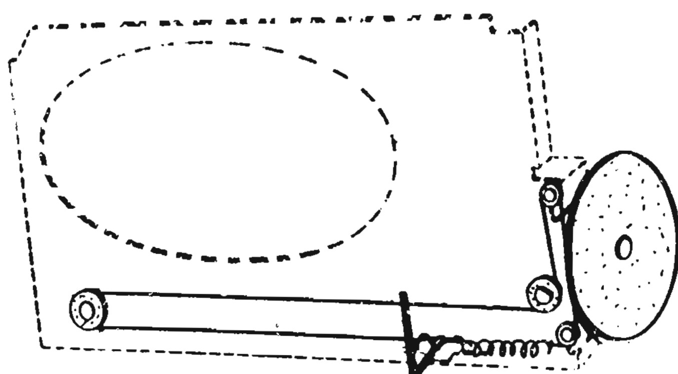
Meccanica della scala parlante del ricevitore PHONOLA mod. 5519. La lunghezza della funicella è di 1270 mm. Dopo aver eseguiti due nodi alle estremità, la lunghezza utile della funicella è di 1200 mm.



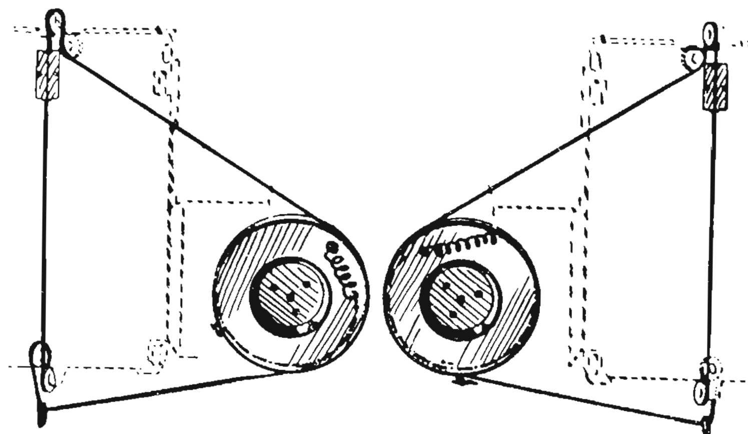
Meccanica della scala parlante dei ricevitori a valvole PHONOLA modd. 5539 - 5541R - 5543R. La lunghezza della funicella è di 720 mm; in essa vengono praticati tre nodi ad asola: uno ad una estremità, un secondo a 215 mm. dal primo ed un terzo alla estremità opposta.



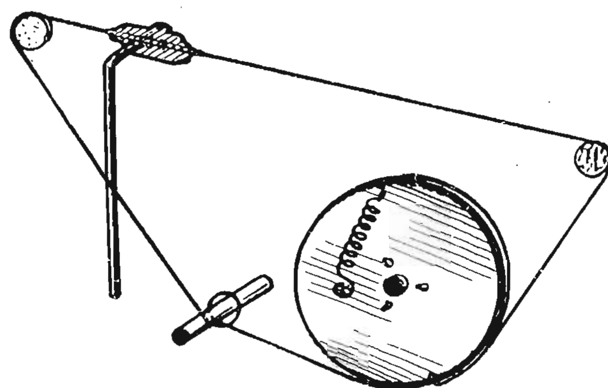
Meccanica della scala parlante del ricevitore a valvole PHONOLA mod. 5535. La lunghezza della funicella di seta è di 900 mm; alle due estremità devono essere eseguiti due nodi ad asola, in modo che la lunghezza netta della funicella risulti di 840 mm.



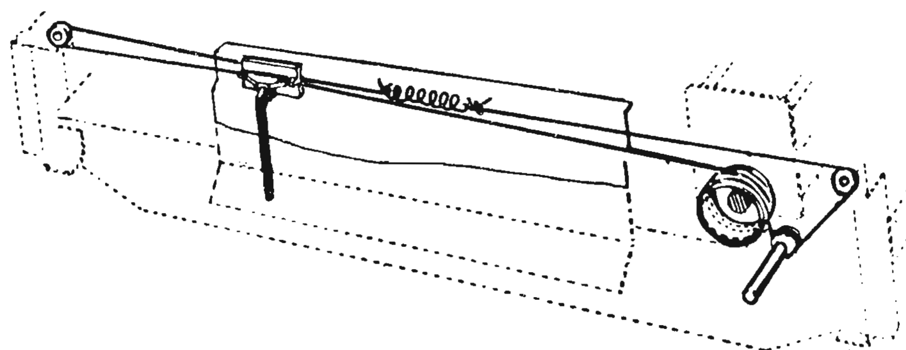
Meccanica della scala parlante del ricevitore a valvole PHONOLA mod. 675B. La funicella deve essere di acciaio della lunghezza di 780 mm, provvista di nodo ad asola su entrambe le estremità.



Meccanica della scala parlante del ricevitore a valvole PHONOLA mod. 722. La funicella deve essere lunga 1205 mm.

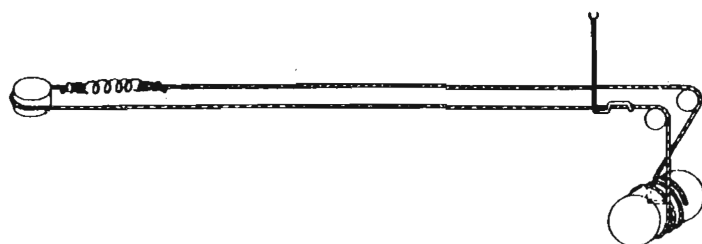


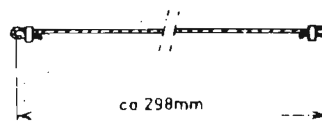
Montaggio della funicella dei ricevitori PHONOLA modd. 5525 - 5527 - 5531A - 5551 - 5555. Per questo tipo di meccanica occorrono una funicella di acciaio ed una di seta; la prima è lunga 399 mm, la seconda è lunga 525 mm.



Meccanica della scala parlante dei ricevitori a valvole PHONOLA modd. 676 - 678. Occorrono una funicella metallica della lunghezza di 260 mm. ed una di seta della lunghezza di 756 mm.

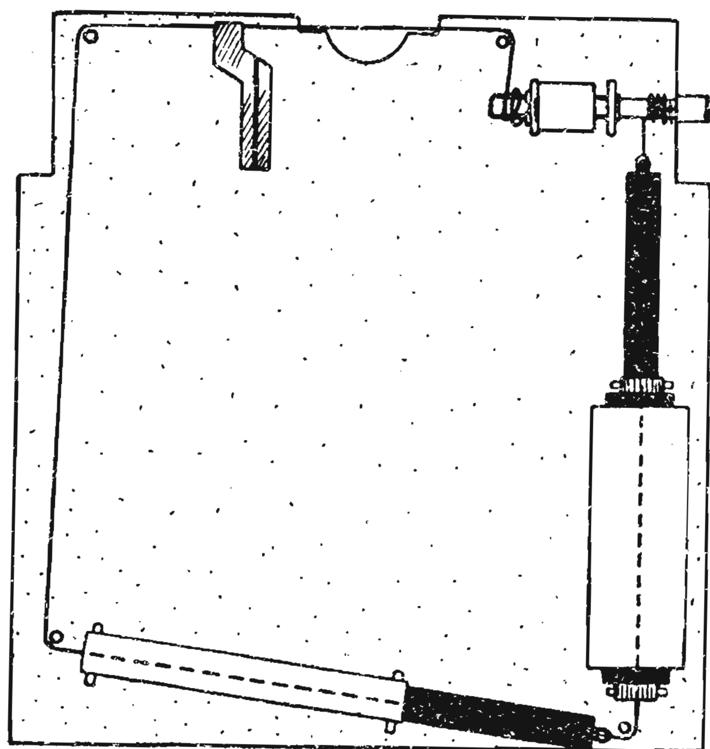
PHILIPS



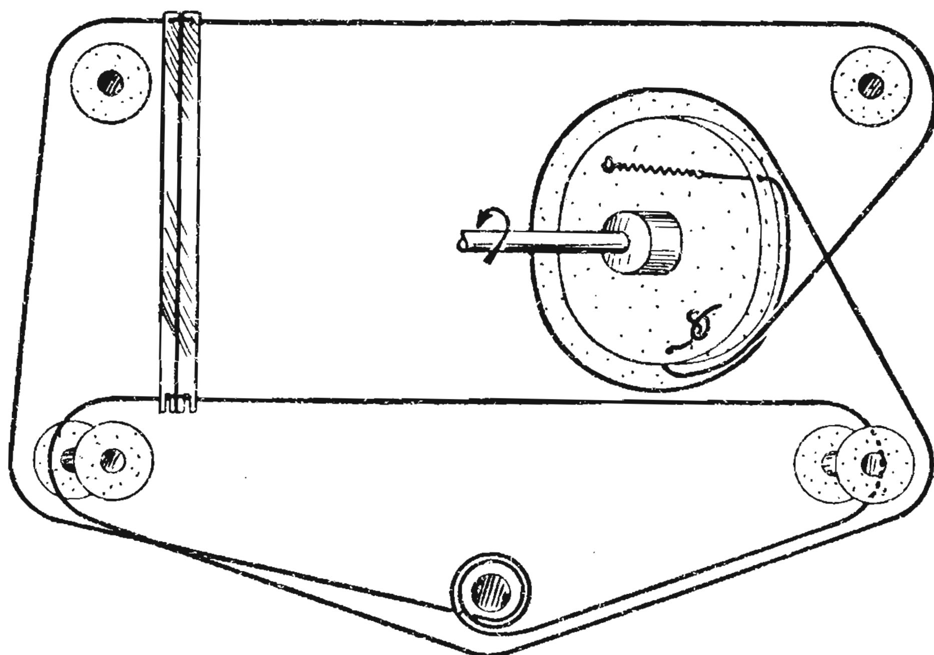


Montaggio della funicella del ricevitore a transistor PHILIPS modello L1W32T

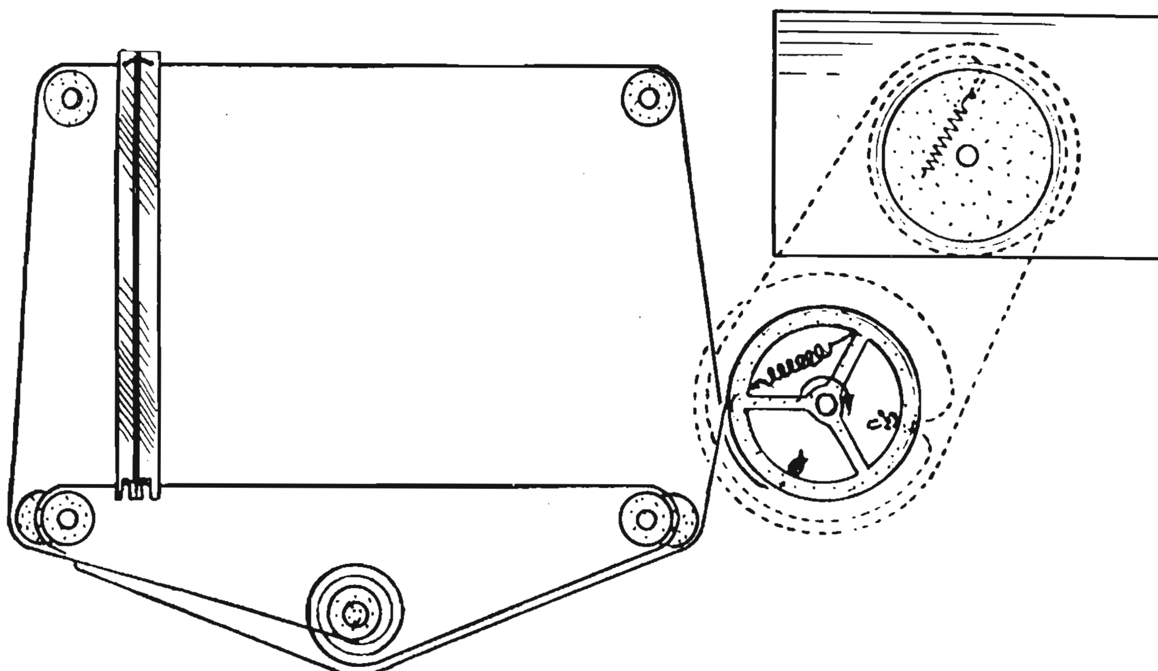
RADIO ALLOCCHIO BACCHINI



Meccanica della scala parlante del ricevitore RADIO ALLOCCHIO BACCHINI mod. JUNIOR.

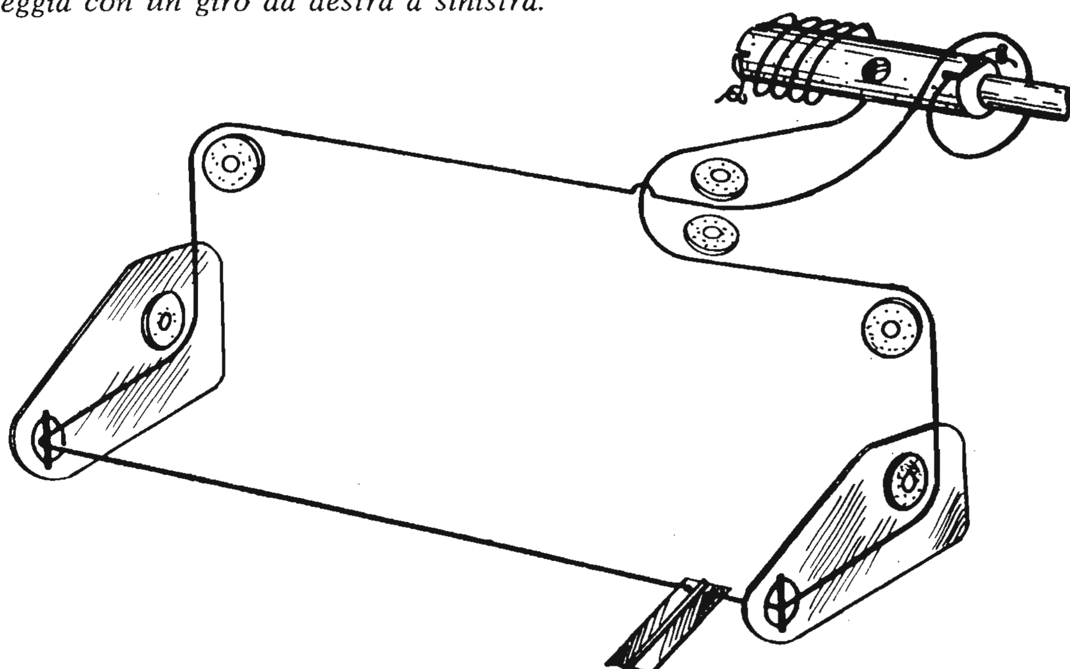


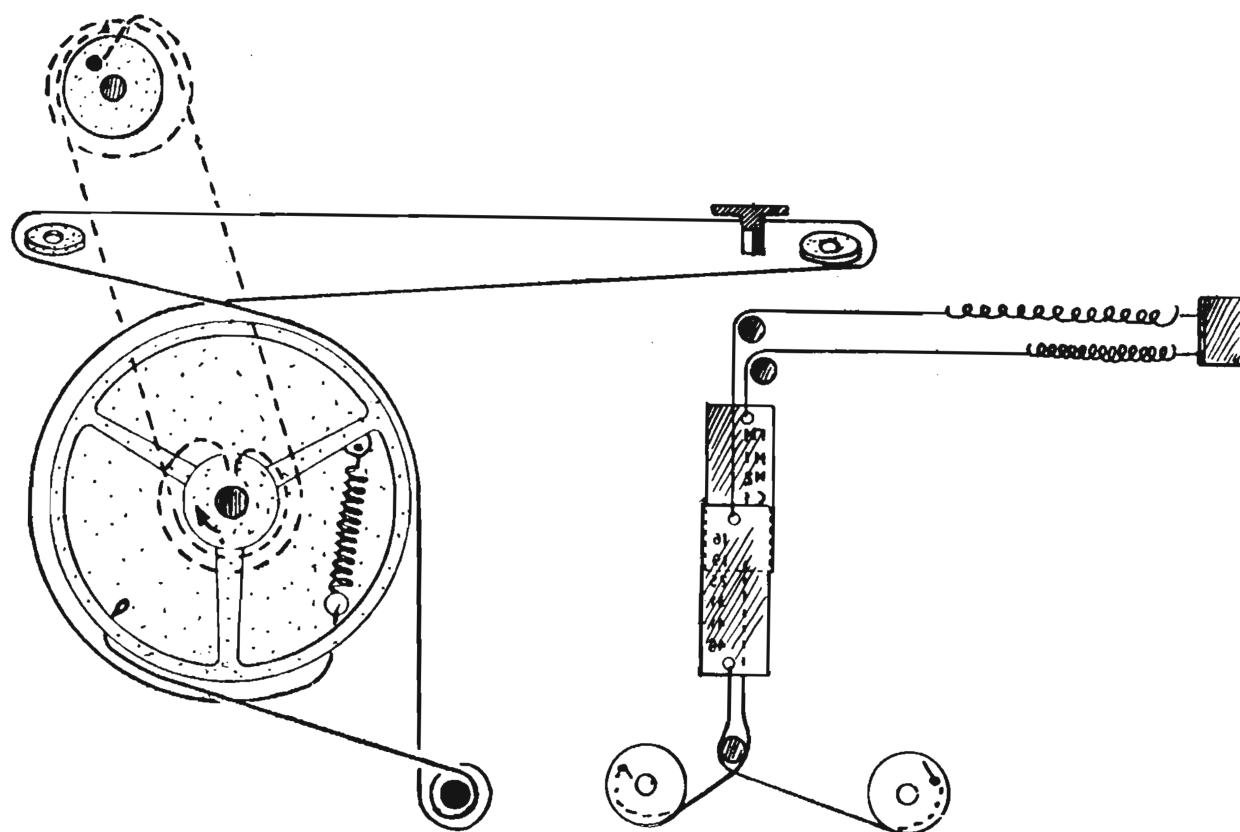
Meccanica della scala parlante dei ricevitori RADIO ALLOCCHIO BACCHINI modd. 225 - 336. Il montaggio va così eseguito: si passa un terminale della funicella attraverso il foro del rotore, fissandola con un nodo; si gira verso destra, si passa nella puleggia in alto a destra, quindi a sinistra, scendendo nella puleggia esterna in basso a sinistra e avvolgendo due spire sul perno di comando; si passa sulla puleggia interna a destra, poi in quella a sinistra, ritornando sulla destra esterna; si passa poi sulla puleggia con un giro da destra a sinistra e si aggancia la molla all'apposito dente.



Meccanica della scala parlante del ricevitore a valvole RADIO ALLOCCHIO BACCHINI mod. 216/M - FM. Dopo aver ruotato il perno tutto a destra, si infila un terminale della funicella sull'apposito forellino del rotore, girando a sinistra e passando nella puleggia in alto a destra, quindi in quella a sinistra e in quella in basso. Si avvolgono tre spire sul perno di comando da sinistra verso destra, passando nella puleggia interna a destra, nella sinistra, nell'esterna a destra e facendo un giro sul rotore da sinistra verso destra.

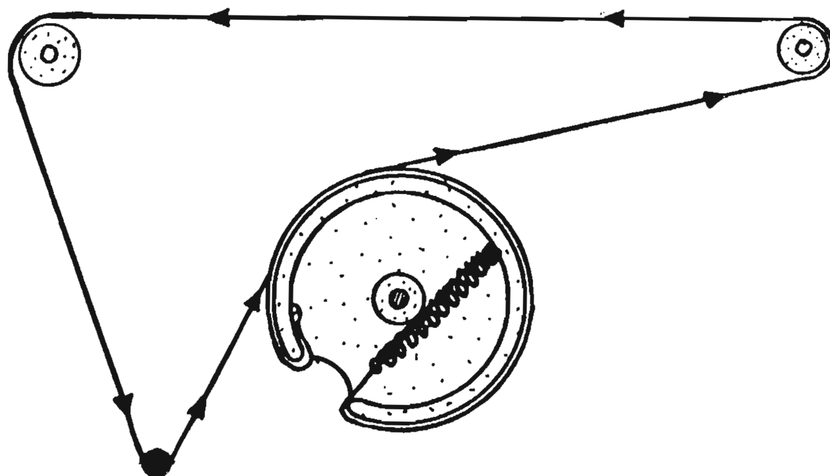
Montaggio della funicella per il comando di sintonia del ricevitore RADIO ALLOCCHIO BACCHINI mod. 115. Un terminale della funicella vien fatto passare attraverso il foro della puleggia e fissato con un nodo; si gira verso destra passando nella carrucola in alto a destra; si passa a sinistra, si scende nella carrucola in basso a sinistra, si avvolgono 4 spire sul perno di comando e si passa sulla puleggia a destra poi in quella sinistra, ritornando sulla destra esterna; si passa quindi sulla puleggia con un giro da destra a sinistra.





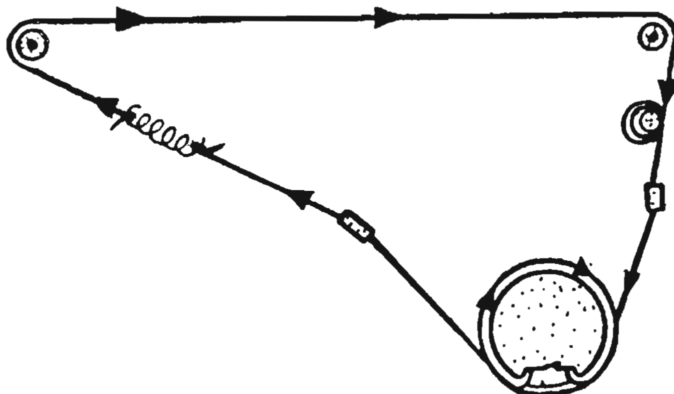
Meccanica della scala parlante del ricevitore RADIO ALLOCCHIO BACCHINI mod. 319. Le linee tratteggiate indicano il comando di sintonia per la scala FM.

MAGNADYNE RADIO

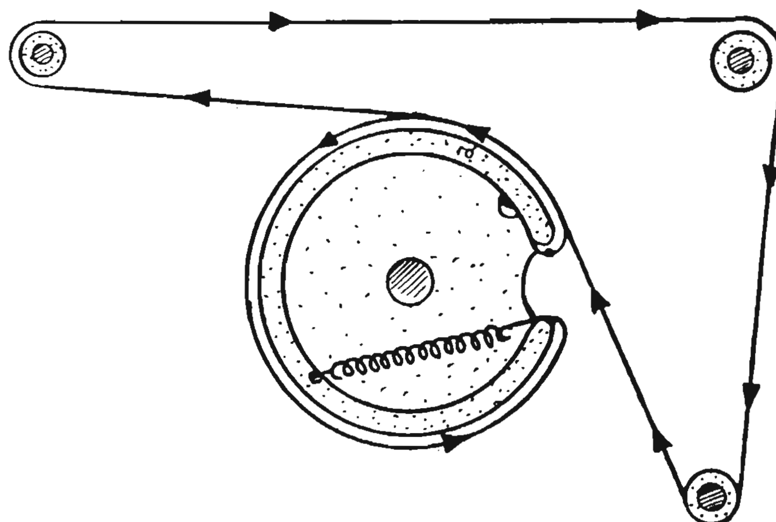


Meccanica della scala parlante del ricevitore radio MAGNADYNE mod. S29.

Montaggio funicella per scala parlante dei ricevitori MAGNADYNE modd. S11 - S12. La funicella compie tre giri attorno al perno del comando di sintonia.

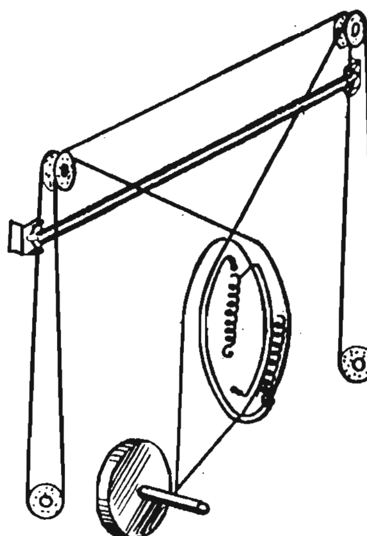


Montaggio funicella dei ricevitori MAGNADYNE modd. 394 - S95 - S171 - S173 - S181. La funicella compie due giri sul perno di comando della sintonia.

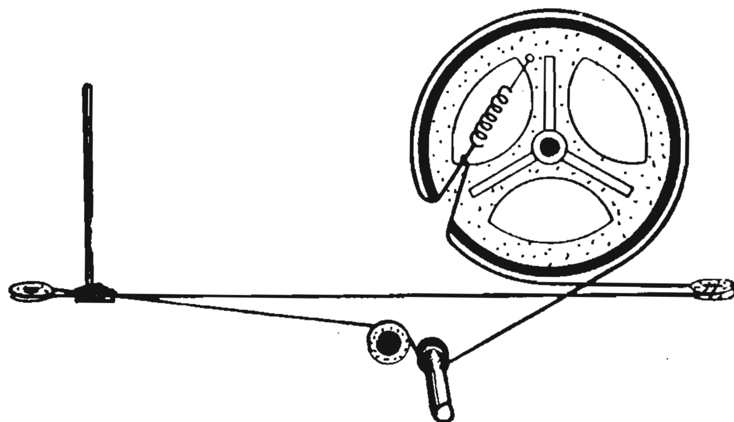


PERTUSATI

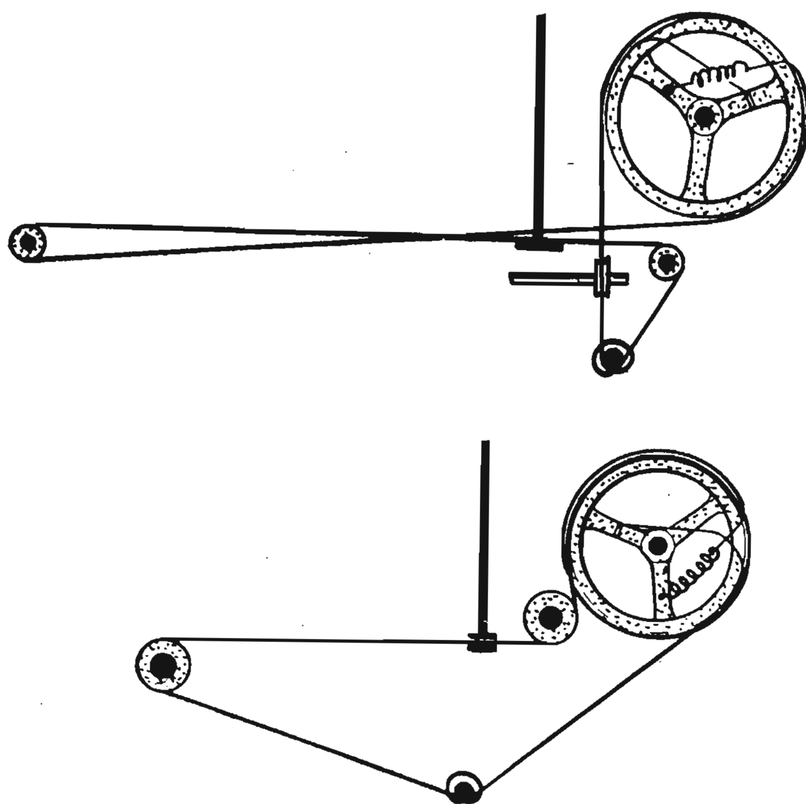
Montaggio della funicella del ricevitore PERTUSATI mod. E/505. La prima funicella compie tre giri attorno al perno di comando di sintonia .



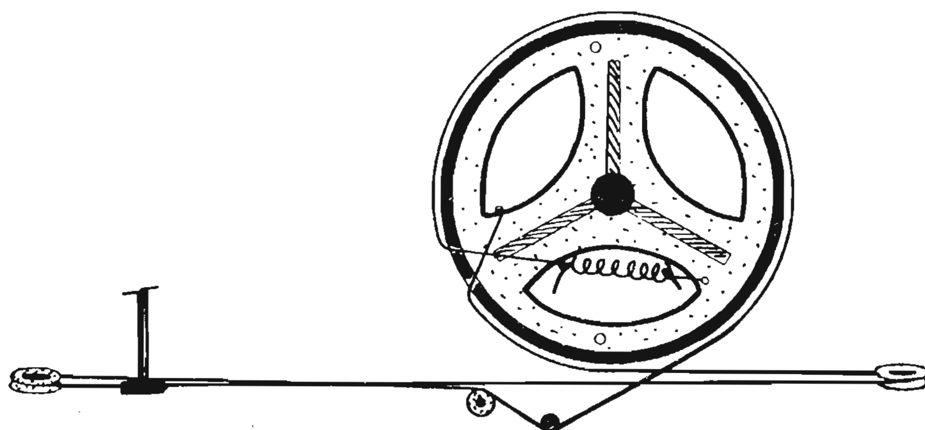
SIEMENS



Montaggio della funicella per lo spostamento dell'indice della scala parlante dei ricevitori a valvole SIEMENS modd. SM5123 - SM5022 - SM6133. La lunghezza della funicella è di 100 cm. per il modello SM5123 ed è di 95 cm. per il ricevitore SM5022.

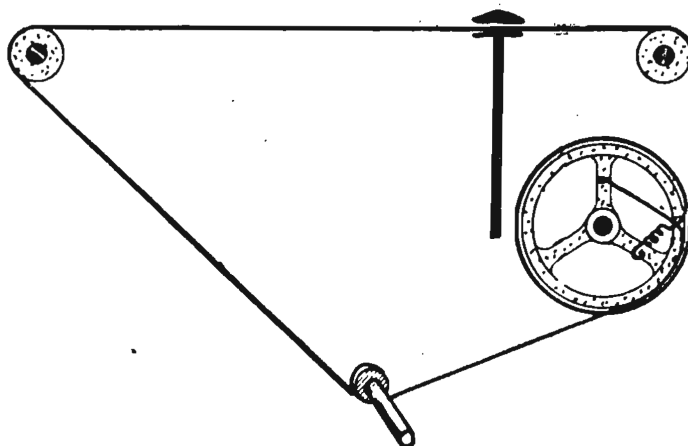


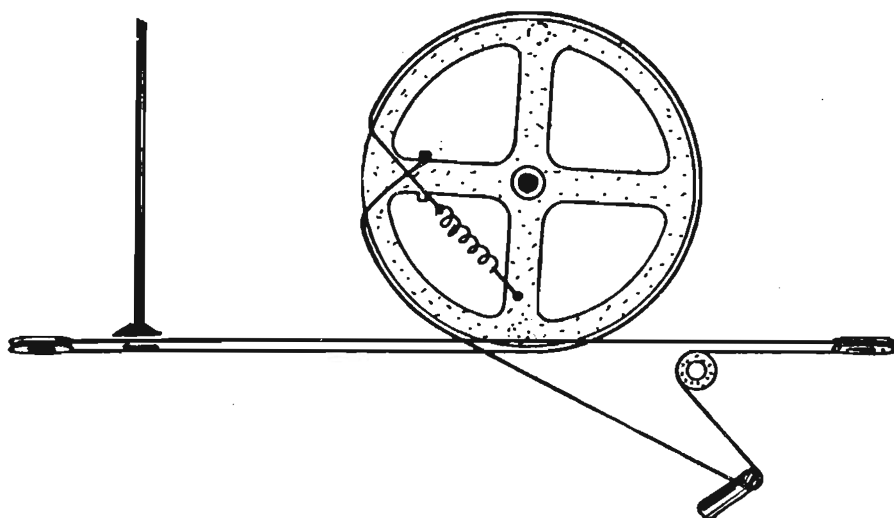
Meccanica della scala parlante dei ricevitori a valvole SIEMENS modd. SM522 - 524. Il comando di sintonia si compone di due distinti sistemi: quello che comanda la variazione di permeabilità e quello che comanda l'indice della scala.



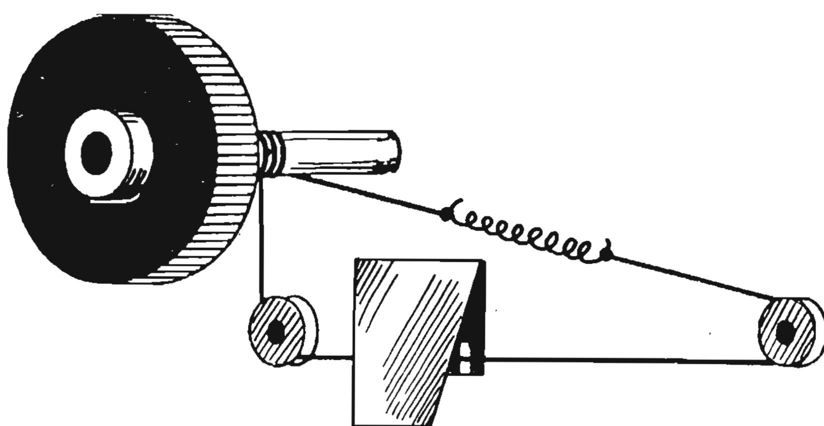
Montaggio della funicella per lo spostamento dell'indice della scala parlante dei ricevitori a valvole SIEMENS modd. 533 - 6033. La lunghezza della funicella è di 95 cm.

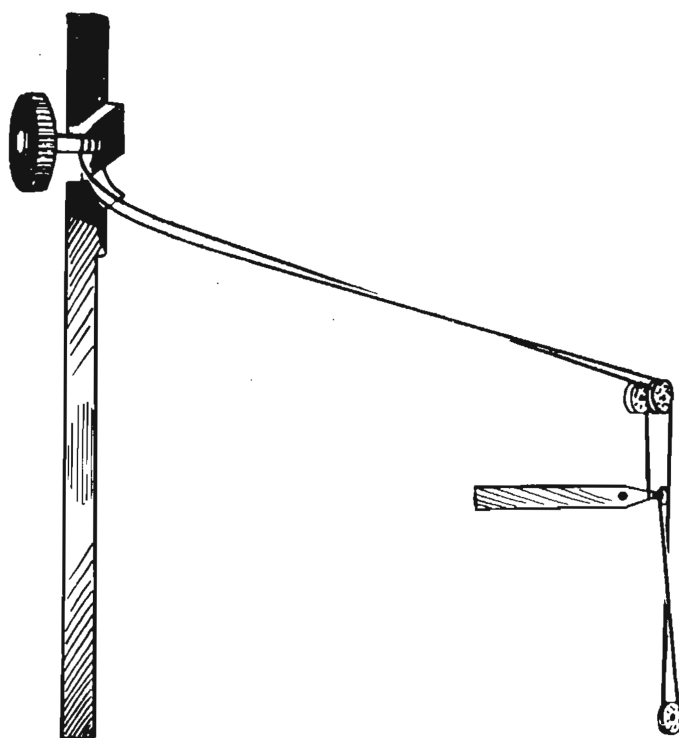
Montaggio della funicella di comando dell'indice di sintonia dei ricevitori a valvole SIEMENS modd. SM551 - 552 - 652.





Meccanica della scala parlante del ricevitore a valvole SIEMENS mod. SM 633. La lunghezza complessiva della funicella è di 120 cm.





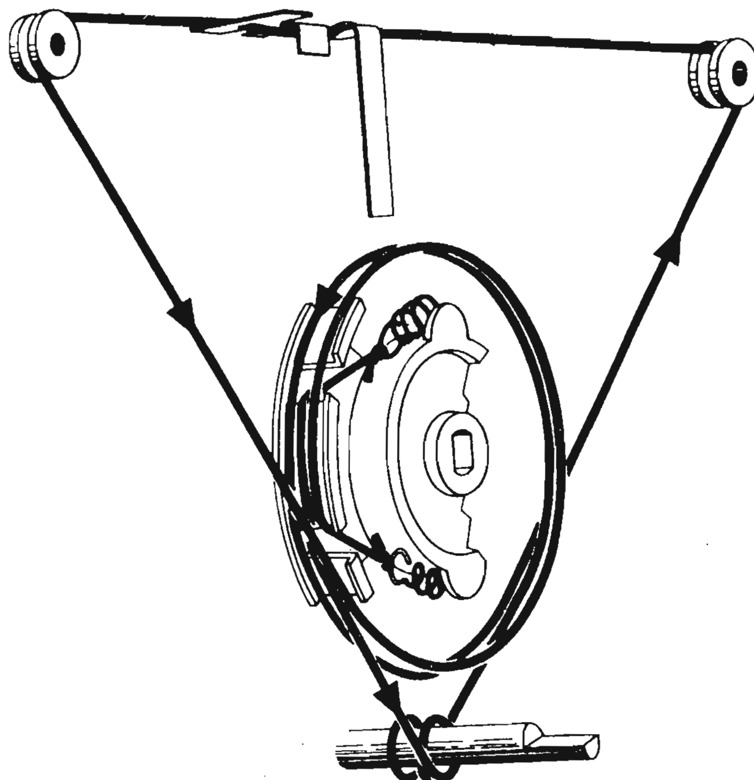
Montaggio della funicella dei ricevitori a valvole SIEMENS modd. 7058 - 7158. In alto è rappresentato lo schema relativo al comando di controllo dei toni alti e bassi. La sua lunghezza è di 26 cm. Il disegno in basso rappresenta lo schema di montaggio della funicella del comando della selettività variabile; la sua lunghezza è di 85 cm.



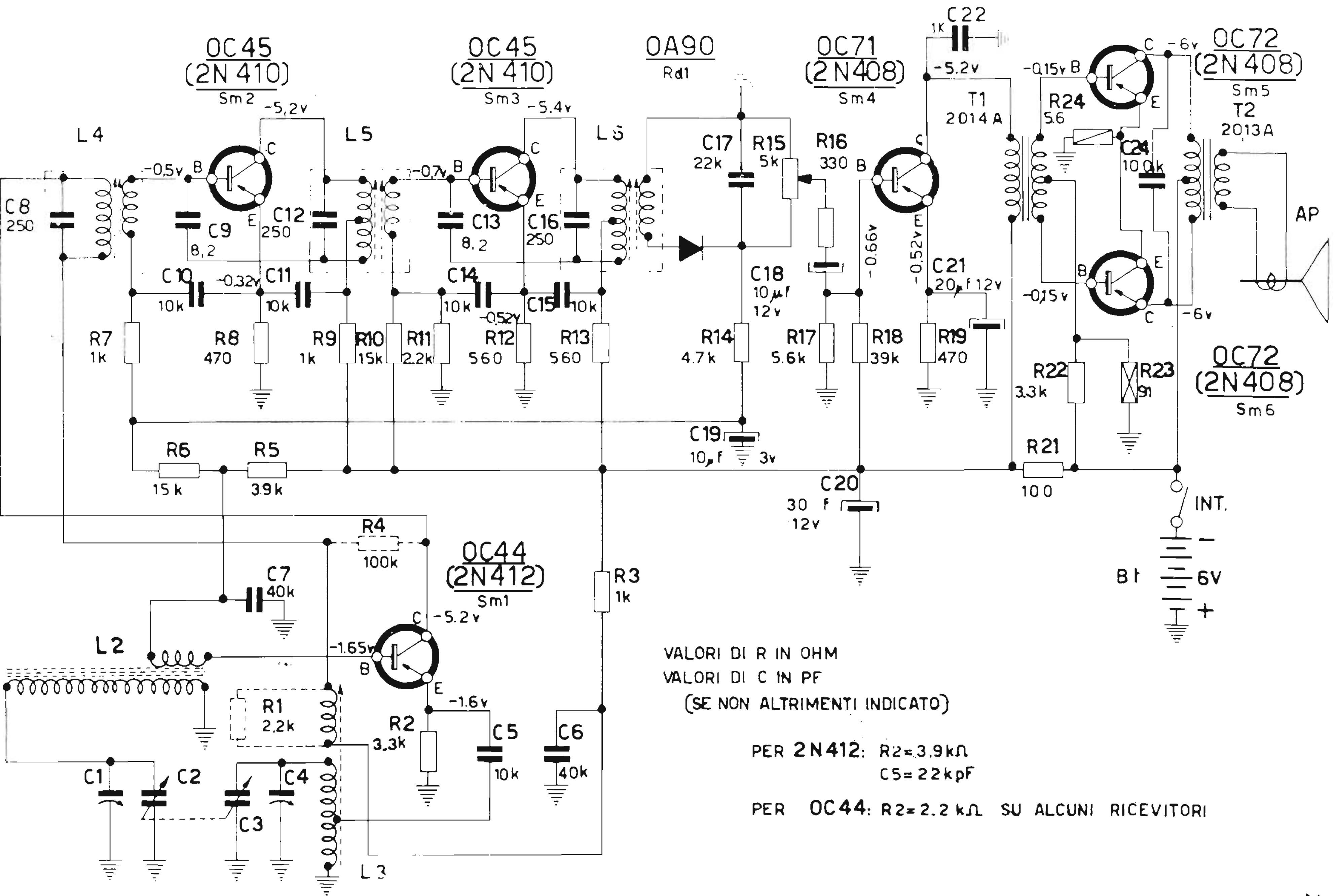
Meccanica della scala parlante dei ricevitori SIEMENS modd. SM738 - 7138. La lunghezza complessiva della funicella è di 130 cm.

VOXON

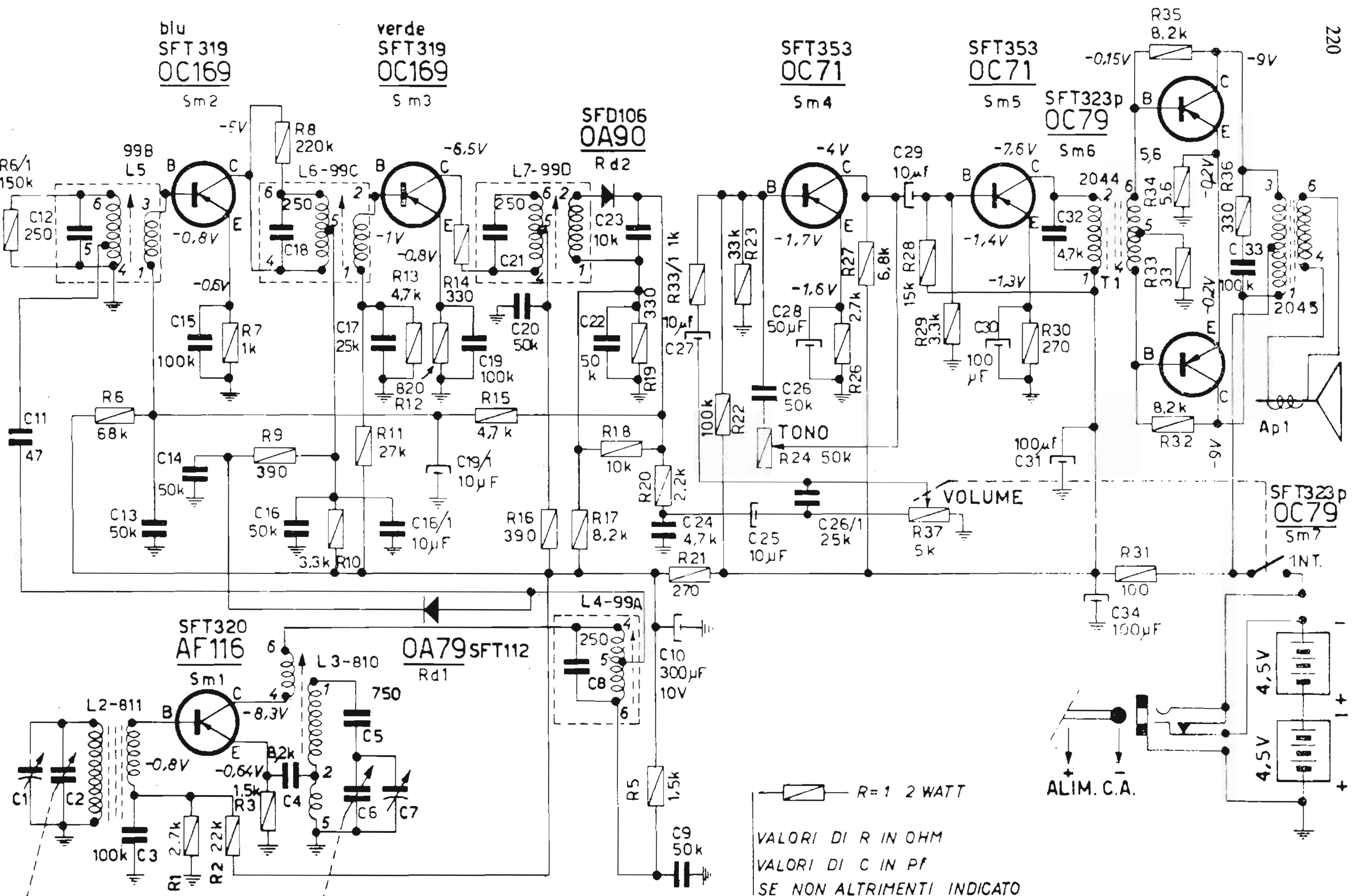
Il cordino del comando sintonia del ricevitore Zephyr 765 va sostituito seguendo il percorso indicato nella figura 6; il condensatore variabile è rappresentato completamente chiuso.
Questa posizione è quella di partenza per l'avvolgimento da eseguire nel senso della freccia.

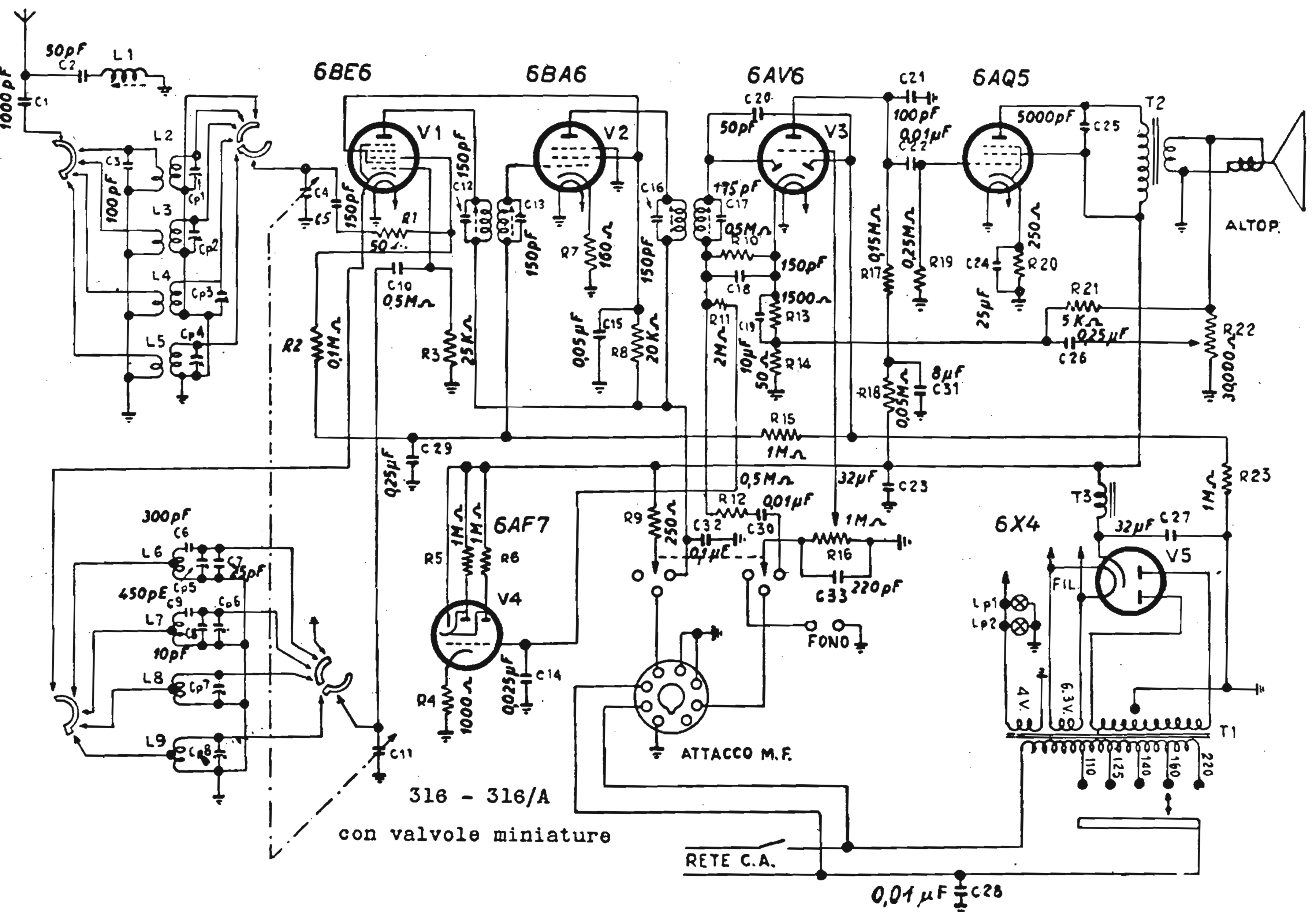


schemario



OC45 (2N410) Sm2
OC45 (2N410) Sm3
OA90 Rd1
OC71 (2N408) Sm4
OC72 (2N408) Sm5
OC72 (2N408) Sm6
OC44 (2N412) Sm1
T1 2014 A
T2 2013A
AP
INT.
B1
6V
L2
L3
L4
L5
VALORI DI R IN OHM
VALORI DI C IN PF
(SE NON ALTRIMENTI INDICATO)
PER 2N412: R2=3.9kΩ C5=22kpF
PER OC44: R2=2.2kΩ SU ALCUNI RICEVITORI
ALLOCCHIO BACCHINI - MOD. 2012


blu SFT 319 OC169 Sm2
verde SFT319 OC169 Sm3
SFD106 OA90 Rd2
SFT353 OC71 Sm4
SFT353 OC71 Sm5
SFT323p OC79 Sm6
SFT323p OC79 Sm7
SFT320 AF116 Sm1
OA79 SFT112 Rd1
L5 99B
L6-99C
L7-99D
L4-99A
L3-810
L2-811
T1
Ap1
TONO
VOLUME
INT.
4,5V
4,5V
ALIM. C.A.
R=1 2 WATT
VALORI DI R IN OHM
VALORI DI C IN Pf
SE NON ALTRIMENTI INDICATO
ALLOCCHIO BACCHINI - MOD. 2024



ALLOCCHIO BACCHINI - MOD. 316

VALORI DI R IN OHM
VALORI DI C IN PF
(SE NON ALTRIMENTI INDICATO)

R = 1/2 WATT

ALLOCCHIO BACCHINI - MOD. 2023

AF 36

L1-AEREO L2-OSCILL

V2-ECH81 L5 V3-EF89 V4 EABC80 V5-EL84 T1 T2

V6 UY85

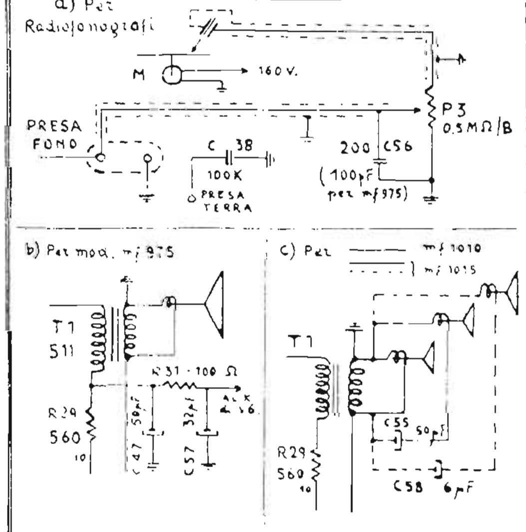
V1-ECC85 V7-DM70

FM → OM → OC → F → NO →

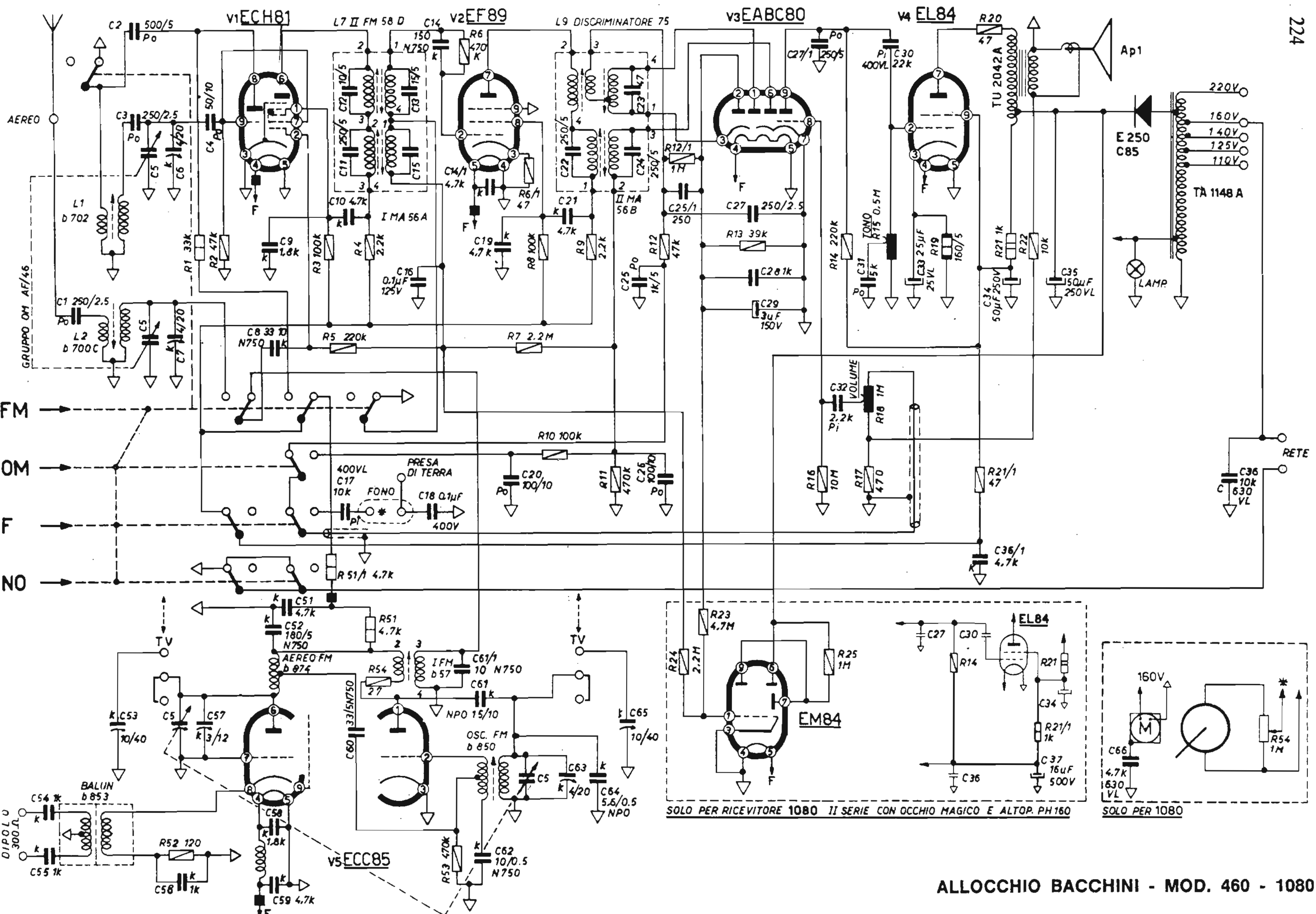
LA TASTIERA E' IN POSIZIONE DI FUNZIONAMENTO F.M.

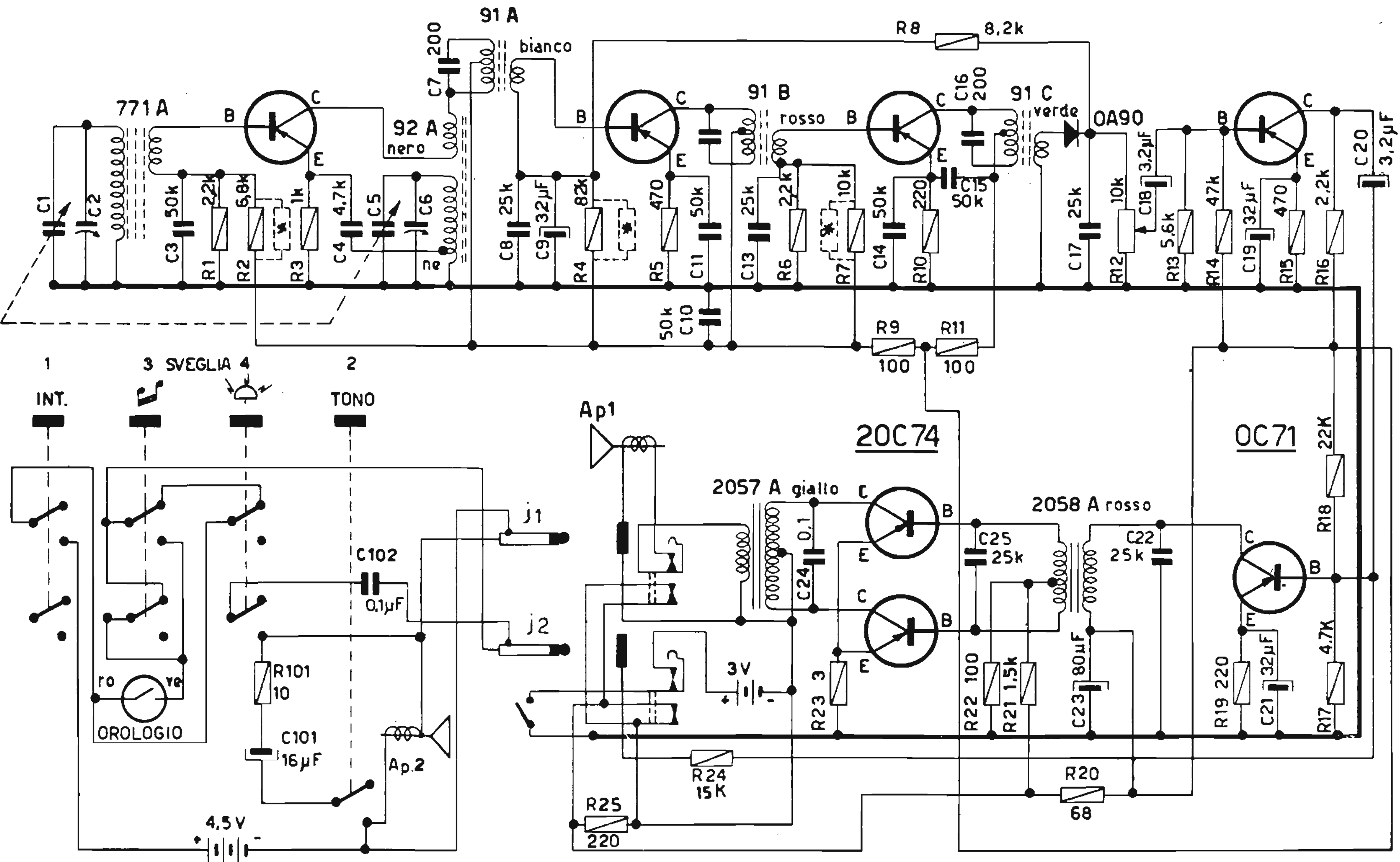
PRESA FONO

DIPOLO 300Ω

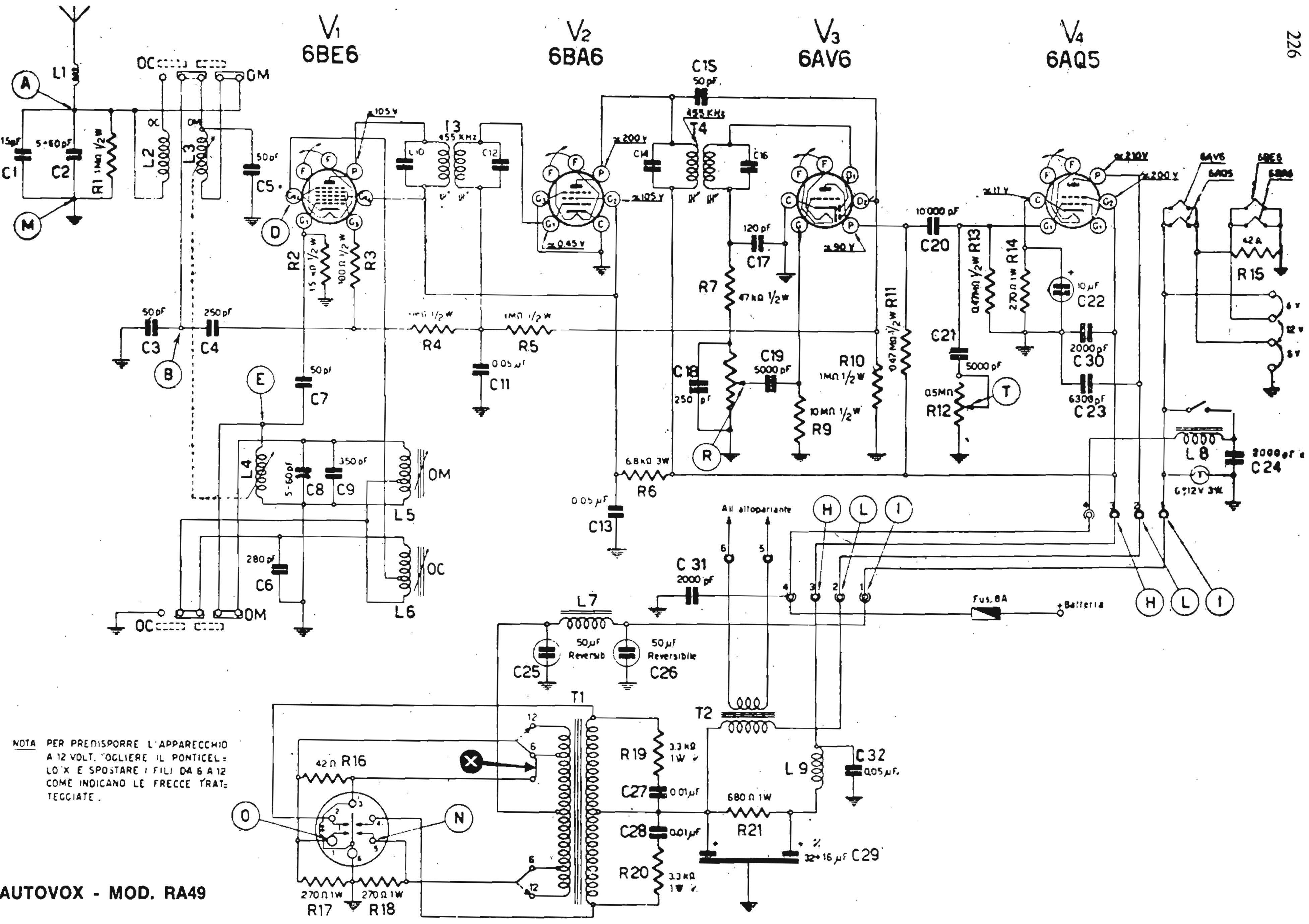


ALLOCCHIO BACCHINI - MODD. 601 - 603 - 975 - 1010 - 1015


V1 ECH81
V2 EF89
V3 EABC80
V4 EL84
V5 ECC85
EM84
L7 II FM 58 D
L9 DISCRIMINATORE 75
I MA 56 A
II MA 56 B
GRUPPO OM AF/46
AEREO
Ap1
TU 2042 A
TA 1148 A
E 250 C85
LAMP.
RETE
PRESA DI TERRA
FONO
VOLUME
TONO
FM
OM
F
NO
TV
AEREO FM b 874
OSC. FM b 850
BALUN b 853
DIPOLO 300 Ω
SOLO PER RICEVITORE 1080 II SERIE CON OCCHIO MAGICO E ALTOP. PH160
SOLO PER 1080
ALLOCCHIO BACCHINI - MOD. 460 - 1080



ALLOCCHIO BACCHINI - MOD. 2040



NOTA PER PREDISPORRE L'APPARECCHIO A 12 VOLT, TOGLIERE IL PONTICELLO X E SPOSTARE I FILI DA 6 A 12 COME INDICANO LE FRECCE TRATTEGGIATE.

AUTOVOX - MOD. RA49

ANTENNA

12BA6 12BE6 12BA6 12AT6 6A05

R1 1MΩ 1/2W
C1 5÷60pF
L1 L2 L3
C2 50pF
C3 15pF
C4 100pF
C5 15pF
C6 250pF
L4
C7 50pF
C8 5÷60pF
R3 100Ω 1/2W
R4 10kΩ 1/2W
R2 1MΩ 1/2W
L5 C9 100pF
L6 C10 100pF
C11 50pF
R5 100Ω 1/2W
R6 1MΩ 1/2W
R7 22kΩ 1/2W
R8 5.6kΩ 1/2W
R9 1MΩ 1/2W
C12 0.05μF
C13 50pF
L7 L8 L9 L10
C15 C16 4÷60pF 350pF
C17 300pF
C18 120pF
T1 T2
C14 0.025μF
R10 1MΩ 1/2W
C19 0.1μF
C20 50pF
C21 0.025μF
R12 3.3kΩ 1/2W
C22 100pF
R13 0.47MΩ 1/2W
R14 0.5MΩ 330Ω 1/2W
C23 5000pF
R16 10MΩ 1/2W
R17 15kΩ 1/2W
C24 0.05μF
C25 0.05μF
R15 3.3kΩ 1/2W
R11 3.3kΩ 1/2W
R18 27KΩ 1W
R19 27KΩ 1W
C26 5000pF
C27 10μF
R21 270Ω 1W
R22 0.47MΩ 1/2W
R20 0.27MΩ 1/2W
C28 1000pF
C37 0.1μF

RA 15

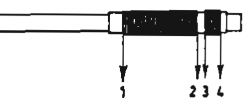
VA30-12
R24 270Ω 1W
R25 270Ω 1W
C32 0.1μF
T4
C31 0.01μF
6X4
C29 0.01μF
T3
R23 1kΩ 1W
C30 18+16μF
+Batt
C35 300pF
C36 0.1μF
L12
C34 0.25μF
L11
C33 0.1μF

12BA6 12BE6 12BA6 12AT6 6A05 6X4
R26 42Ω 2W
12V 2.5W
F

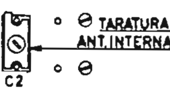
AUTOVOX - MOD RA15

CONDOR - MOD. K8

ANTENNA

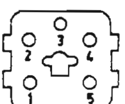


COMPENSATORE



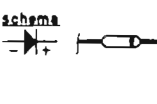
TRASFORMATORI DI M.F.

BASETTA VISTA DALL'ESTERNO



DIODI

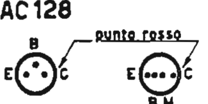
schema



TRANSISTOR

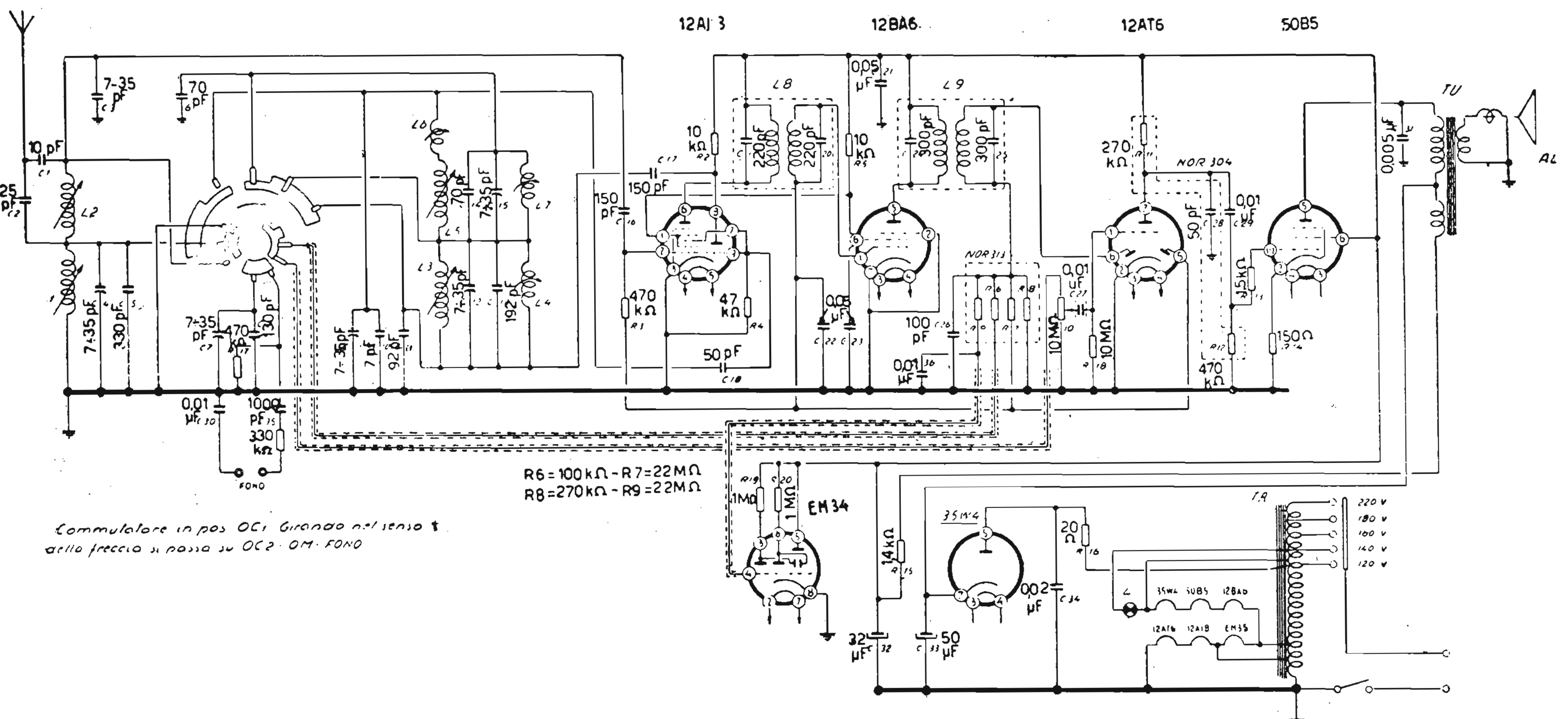
AC125 AF117
AC128

punto rosso

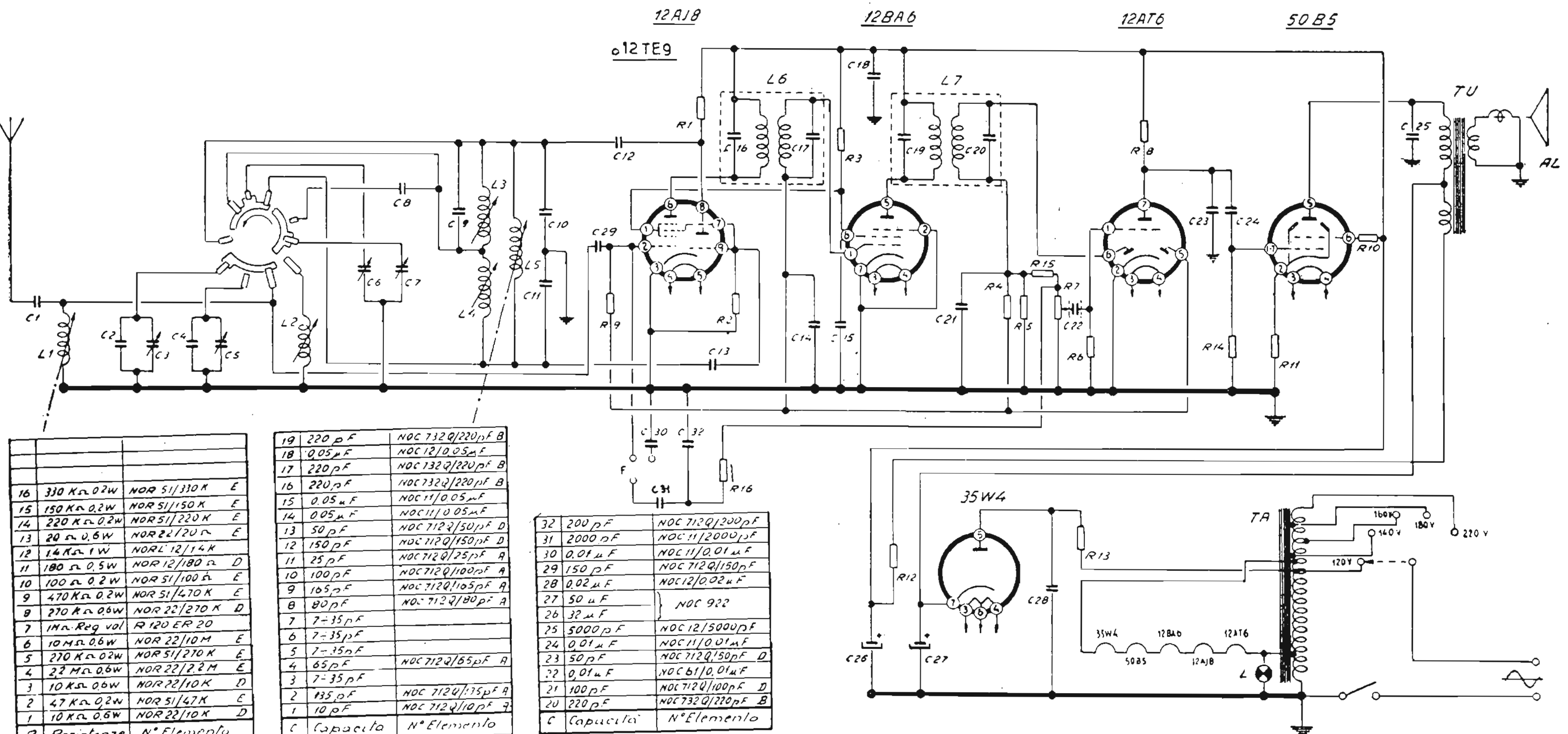


LE RESISTENZE SE NON DIVERSAMENTE INDICATE SONO ±10% 1/2 W

TENSIONI MISURATE CON VOLTMETRO 20000 Ω/V PORTATE 3-10V f. s.
SENSIBILITA' RIFERITA A 50mW



12AJ 3
12BA6
12AT6
50B5
EM34
35W4
R6 = 100 kΩ - R7 = 22 MΩ
R8 = 270 kΩ - R9 = 22 MΩ
Commulatore in pos OC1 Girando nel senso ↑ della freccia si passa su OC2 · OM · FONO
FONO
NOR 304
NOR 313
220 V
180 V
160 V
140 V
120 V

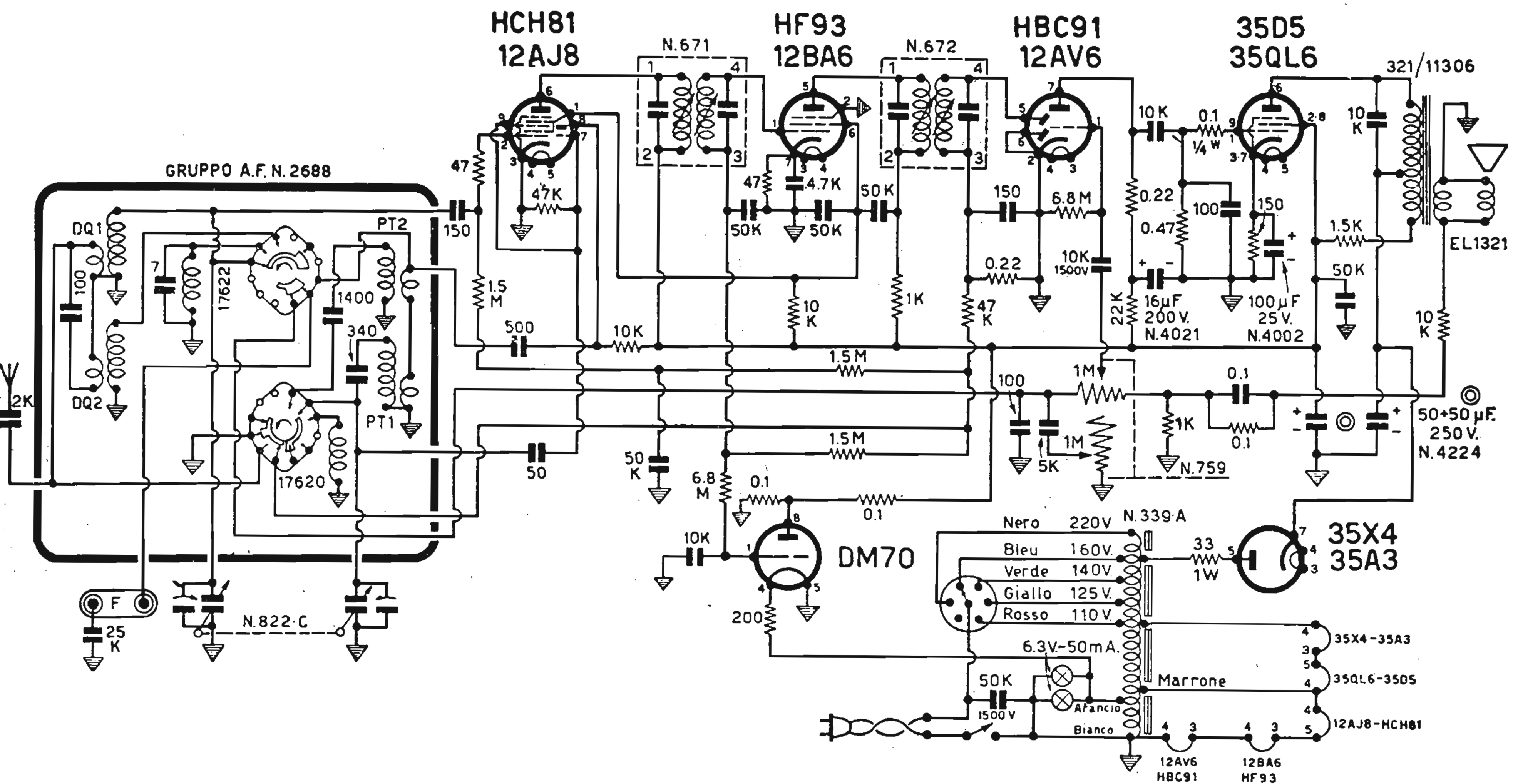


R	Resistenze	N° Elemento
16	330 KΩ 0.2W	NOR 51/330 K E
15	150 KΩ 0.2W	NOR 51/150 K E
14	220 KΩ 0.2W	NOR 51/220 K E
13	20 Ω 0.6W	NOR 22/20 Ω E
12	1.4 KΩ 1W	NORL 12/1.4 K
11	180 Ω 0.5W	NOR 12/180 Ω D
10	100 Ω 0.2W	NOR 51/100 Ω E
9	470 KΩ 0.2W	NOR 51/470 K E
8	270 KΩ 0.6W	NOR 22/270 K D
7	1MΩ Reg vol	R 120 ER 20
6	10 MΩ 0.6W	NOR 22/10 M E
5	270 KΩ 0.2W	NOR 51/270 K E
4	2.2 MΩ 0.6W	NOR 22/2.2 M E
3	10 KΩ 0.6W	NOR 22/10 K D
2	47 KΩ 0.2W	NOR 51/47 K E
1	10 KΩ 0.6W	NOR 22/10 K D

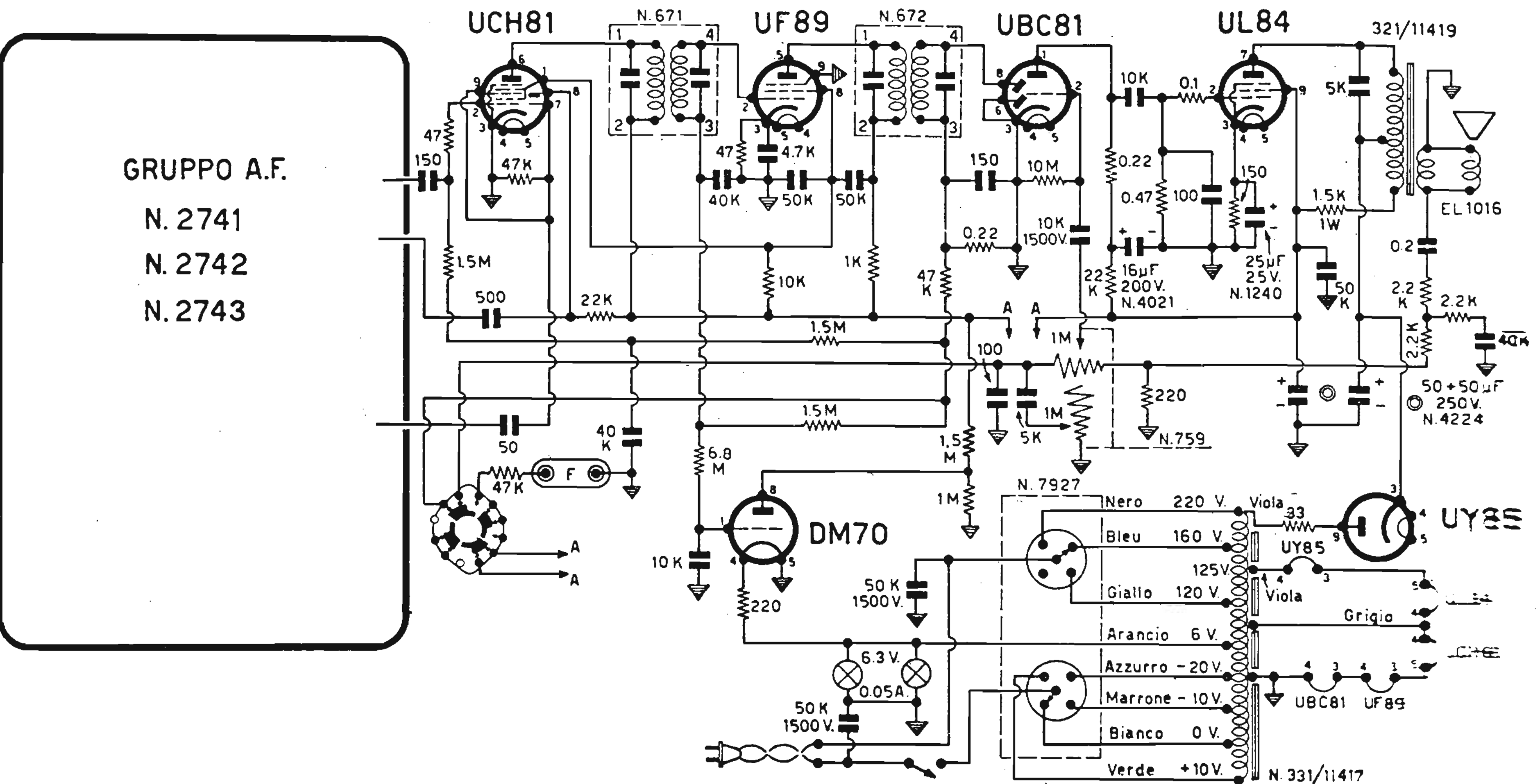
C	Capacità	N° Elemento
19	220 pF	NOC 732 Q/220 pF B
18	0.05 µF	NOC 12/0.05 µF
17	220 pF	NOC 732 Q/220 pF B
16	220 pF	NOC 732 Q/220 pF B
15	0.05 µF	NOC 11/0.05 µF
14	0.05 µF	NOC 11/0.05 µF
13	50 pF	NOC 712 Q/50 pF D
12	150 pF	NOC 712 Q/150 pF D
11	25 pF	NOC 712 Q/25 pF A
10	100 pF	NOC 712 Q/100 pF A
9	105 pF	NOC 712 Q/105 pF A
8	80 pF	NOC 712 Q/80 pF A
7	7÷35 pF	
6	7÷35 pF	
5	7÷35 pF	
4	65 pF	NOC 712 Q/65 pF A
3	7÷35 pF	
2	135 pF	NOC 712 Q/135 pF A
1	10 pF	NOC 712 Q/10 pF A

C	Capacità	N° Elemento
32	200 pF	NOC 712 Q/200 pF
31	2000 pF	NOC 11/2000 pF
30	0.01 µF	NOC 11/0.01 µF
29	150 pF	NOC 712 Q/150 pF
28	0.02 µF	NOC 12/0.02 µF
27	50 µF	NOC 922
26	32 µF	NOC 922
25	5000 pF	NOC 12/5000 pF
24	0.01 µF	NOC 11/0.01 µF
23	50 pF	NOC 712 Q/50 pF D
22	0.01 µF	NOC 61/0.01 µF
21	100 pF	NOC 712 Q/100 pF D
20	220 pF	NOC 732 Q/220 pF B

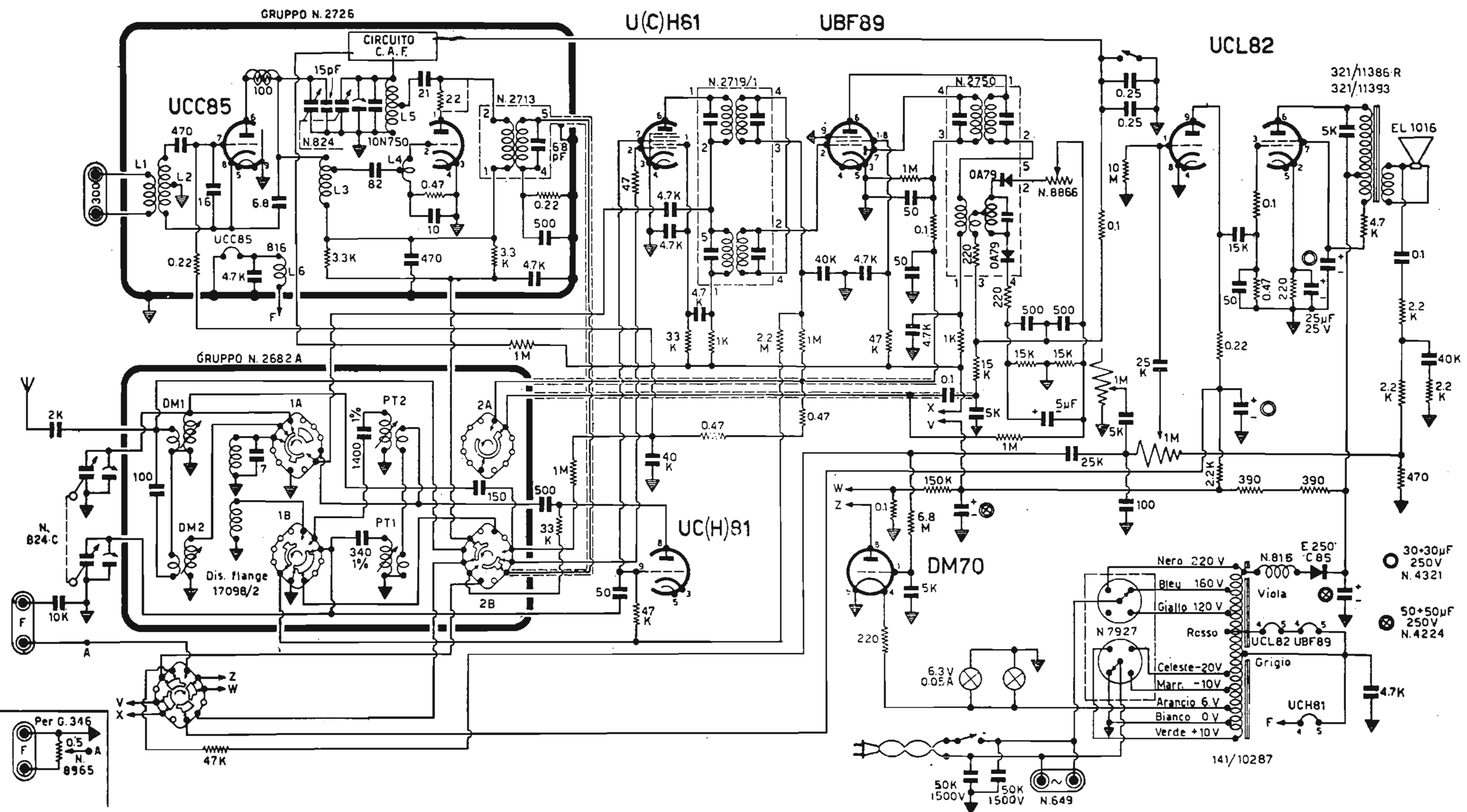
C.G.E. - MOD. 1565



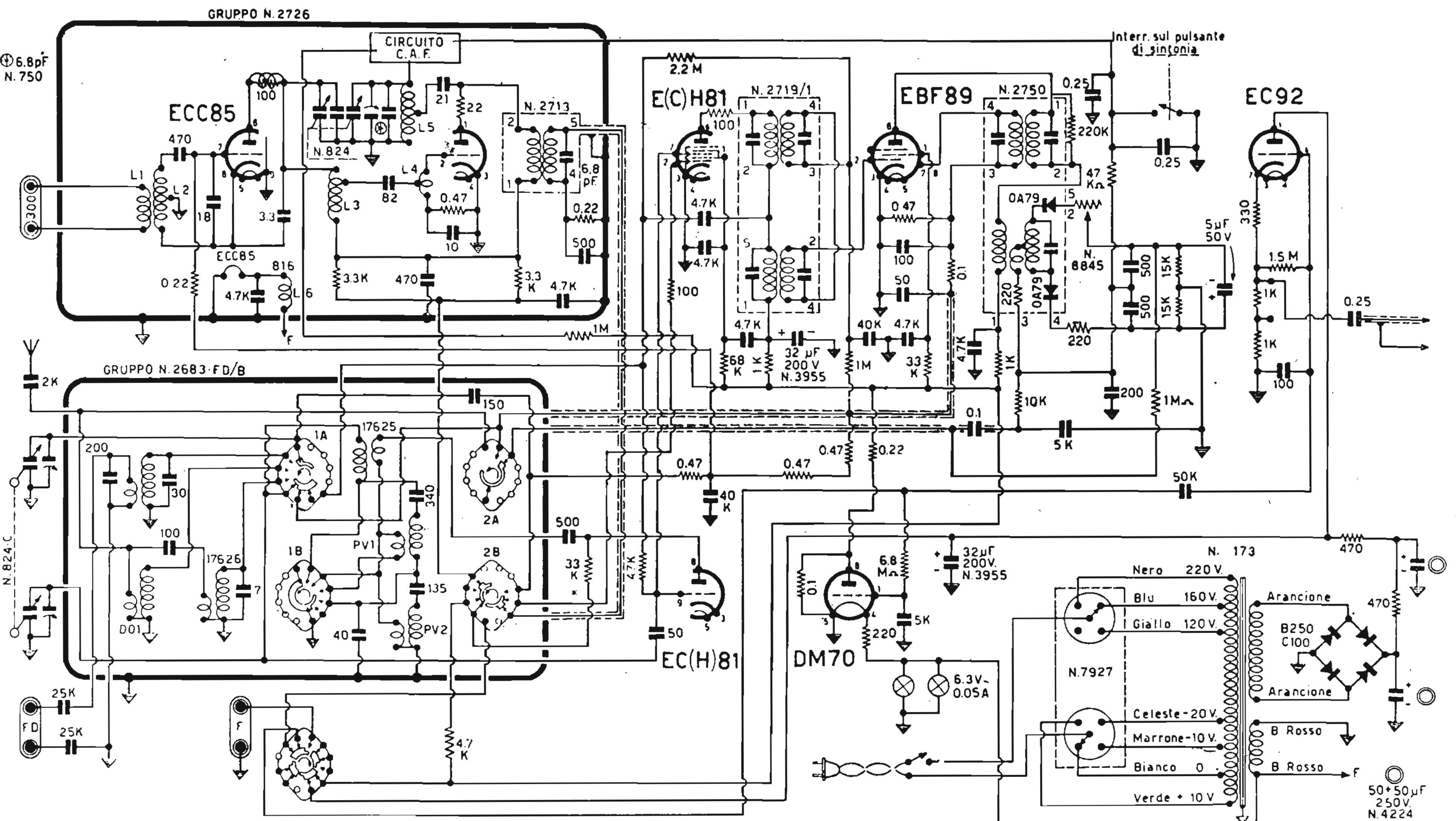
GELOSO - MOD. G.316


GRUPPO A.F.
N. 2741
N. 2742
N. 2743
UCH81
UF89
UBC81
UL84
UY85
DM70
N.671
N.672
321/11419
EL1016
50+50μF
250V.
N.4224
25μF
25V.
N.1240
16μF
200V.
N.4021
N.759
N.7927
N.331/11417
Nero 220 V.
Bleu 160 V.
125V.
Giallo 120 V.
Arancio 6 V.
Azzurro -20 V.
Marrone -10 V.
Bianco 0 V.
Verde +10 V.
Viola
Grigio
6.3 V.
0.05A.
50 K
1500 V.
10K
1500V.

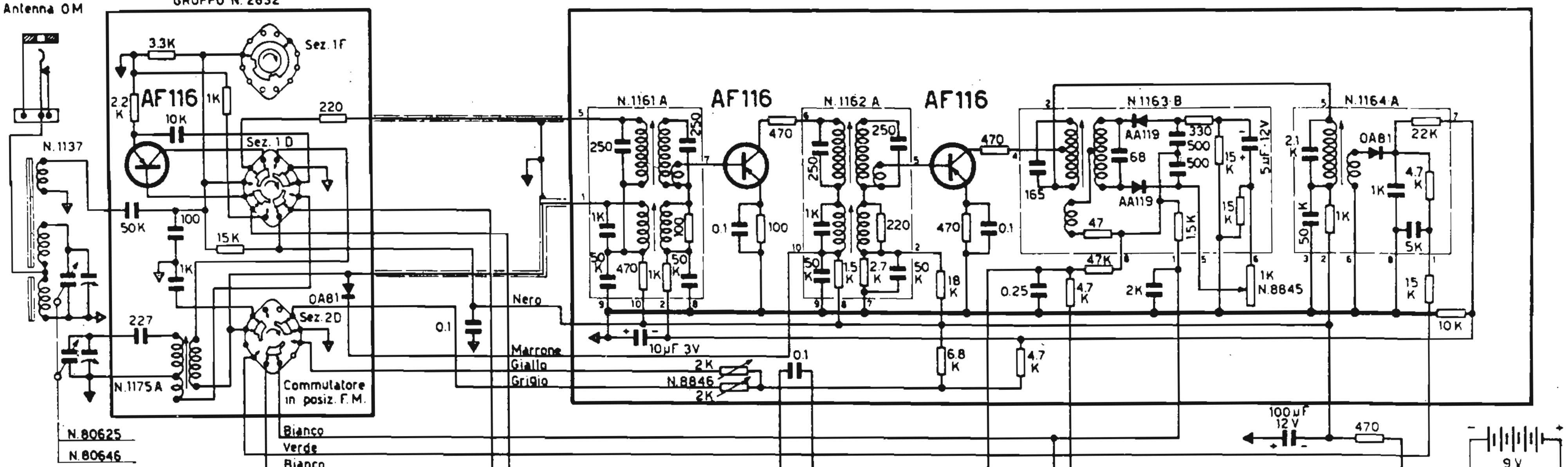
GELOSO - MODD. G.319 - G.3310 - G.320 - G.3312

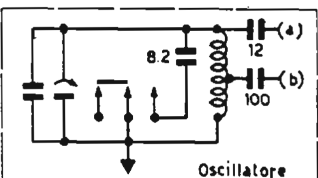


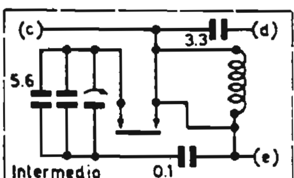
GELOSO - MODD. G.331SA - G.333SA - G.346SA



GELOSO - SINTONIZZATORE G.536

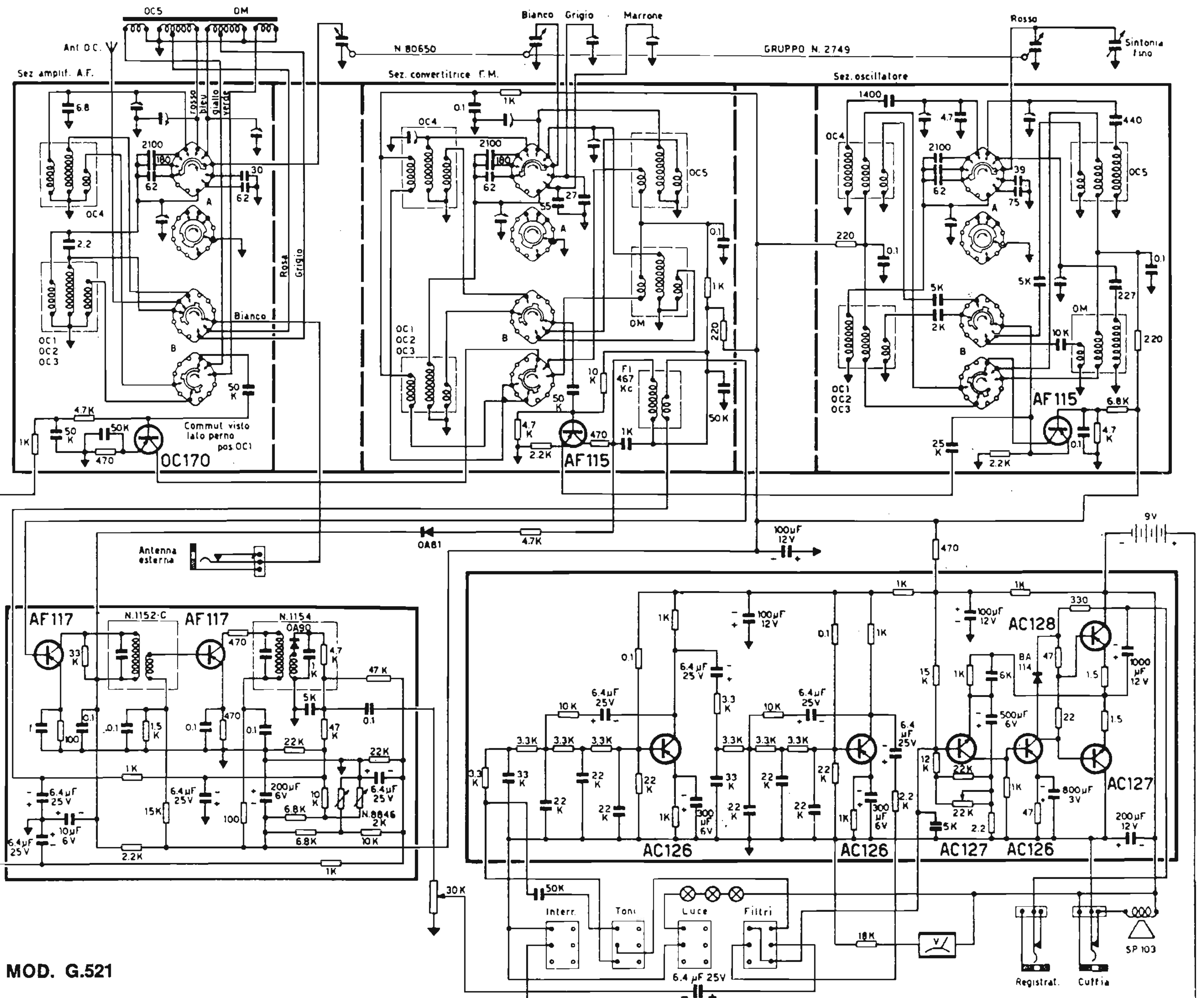




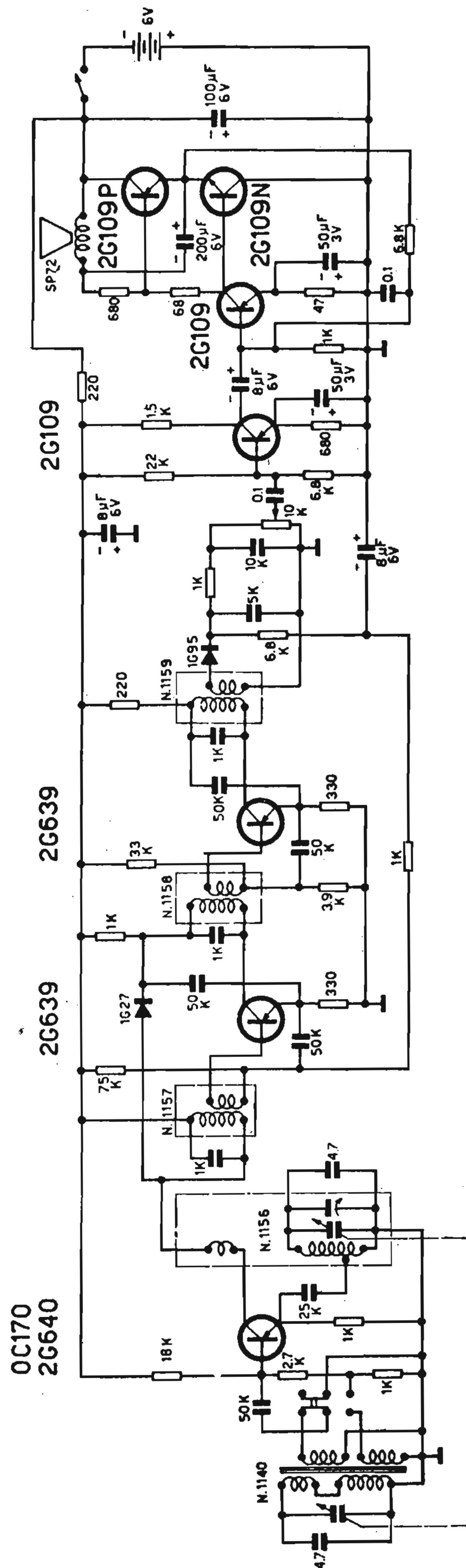


Varianti per il Ricevitore G.520/2

GELOSO - MOD. G.520



GELOSO - MOD. G.521



GELOSO - MOD. G.3304

Sez. amplif. A.F.

Sez. convertitrice F.M.

Sez. oscillatore

OC5

OM

Ant. O.C.

Celeste

N.80650

Bianco

Grigio

Marrone

Rosso

SINTONIA FINE

rosso

bleu

giallo

verde

Rosa

Grigio

Bianco

OC4

OC1 OC2 OC3

Commut. visto lato perno. pos. OC1

OC170

FI 467 Kc

AF115

AF115

AF117

AF117

N.1152-B

N.1154

OA90

OA81

N.8846

OC75

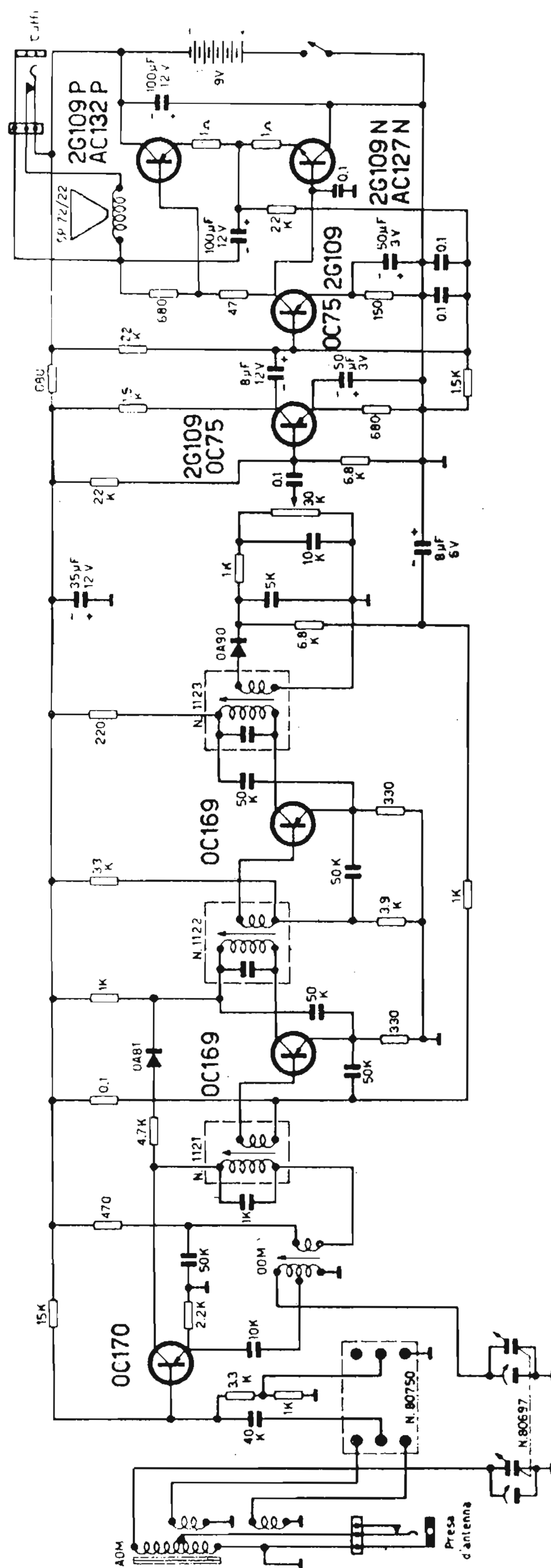
OC75

N.2 AC128

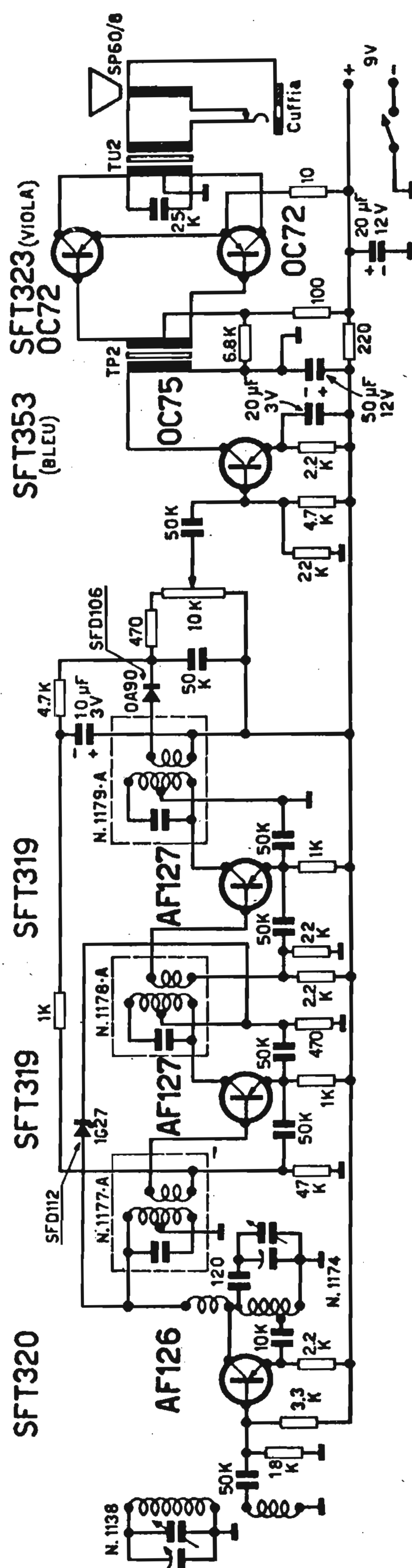
ANT. EST.

CUFFIA

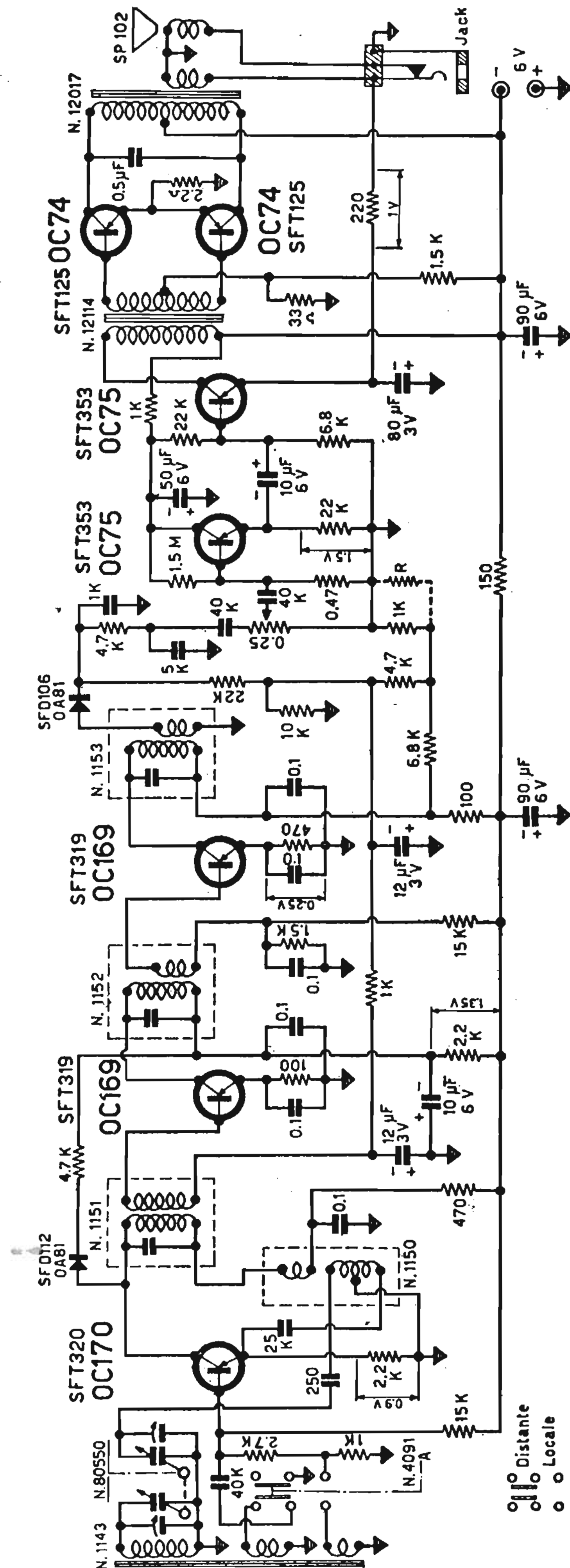
GELOSO - MOD. G.3331



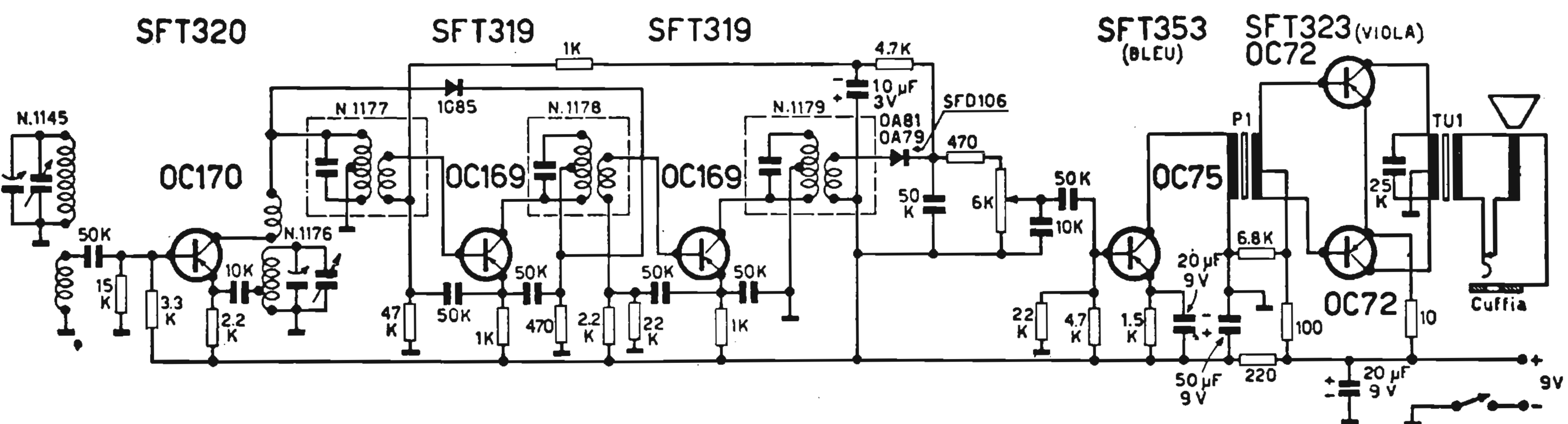
GELOSO - MOD. G.3325/M



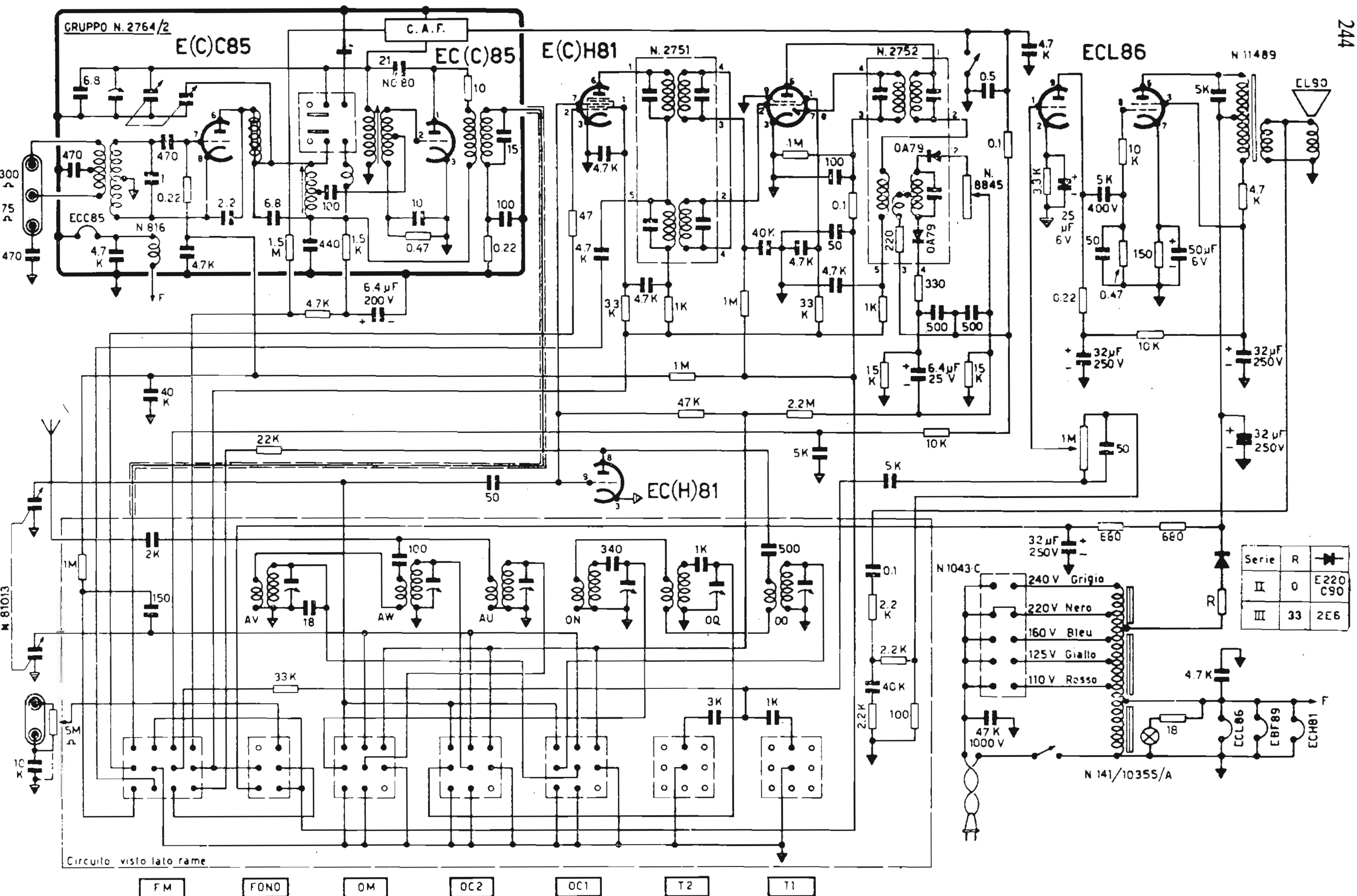
GELOSO - MOD. G.3323



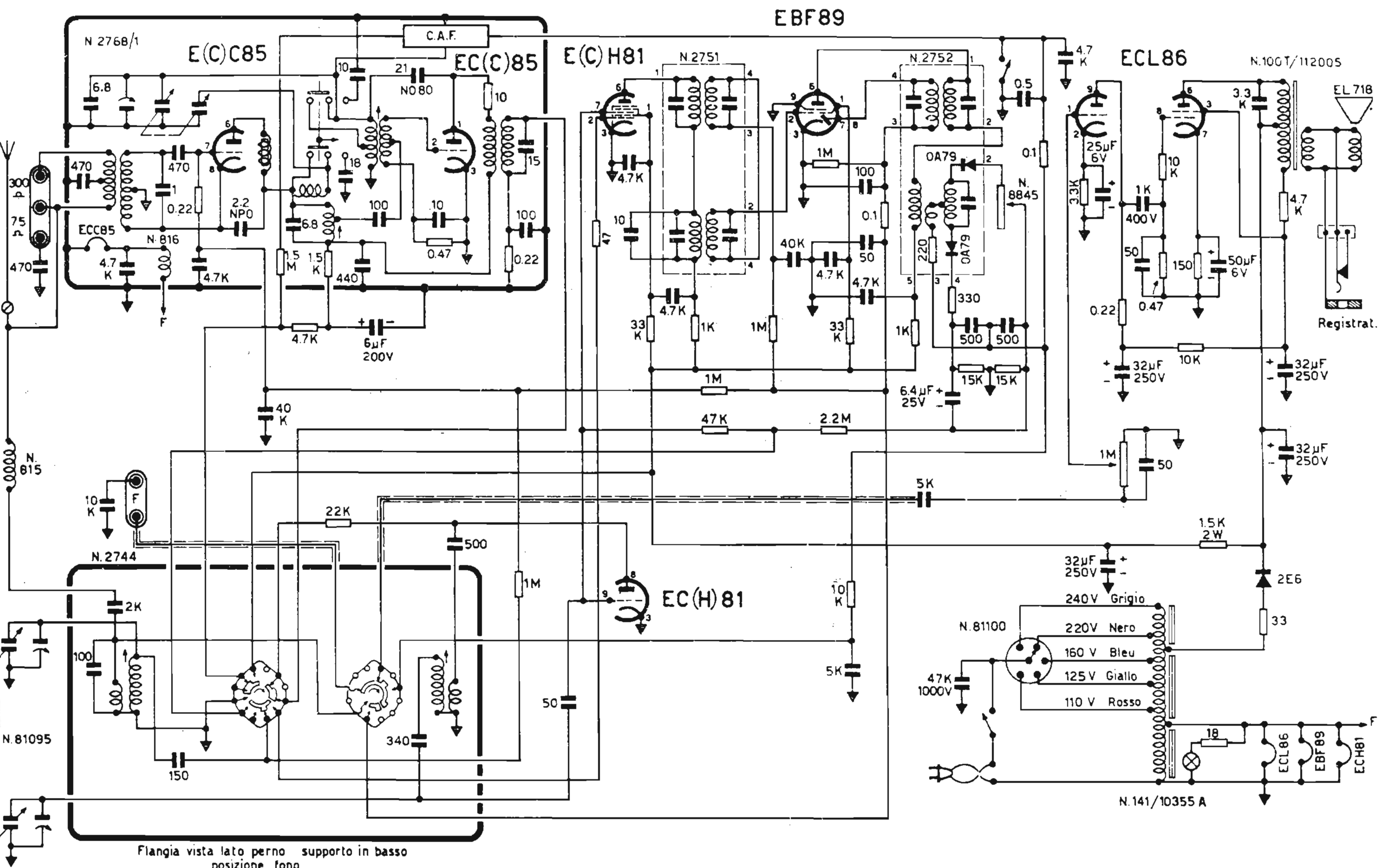
GELOSO - MOD. G.3302



GELOSO - MOD. G.3303

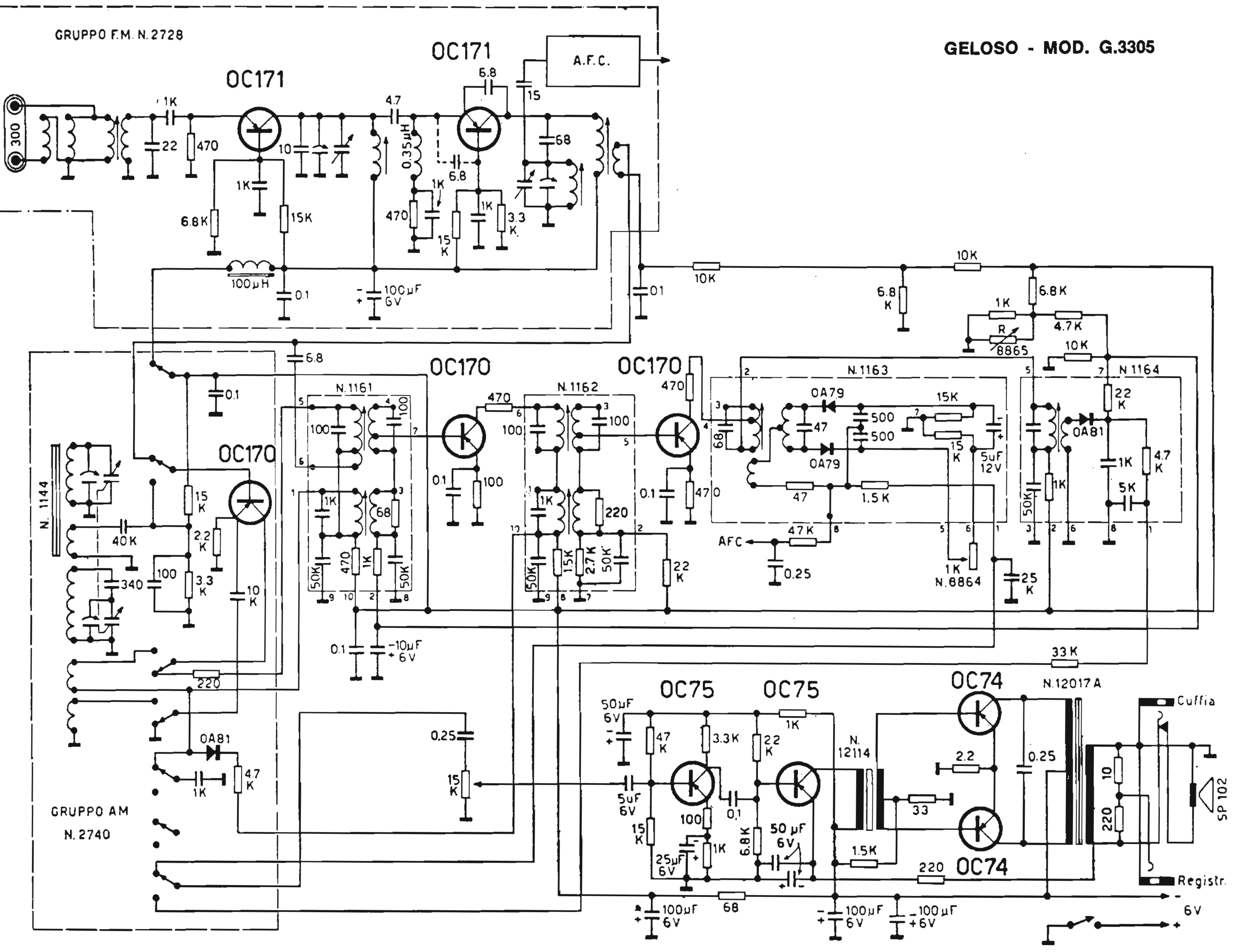


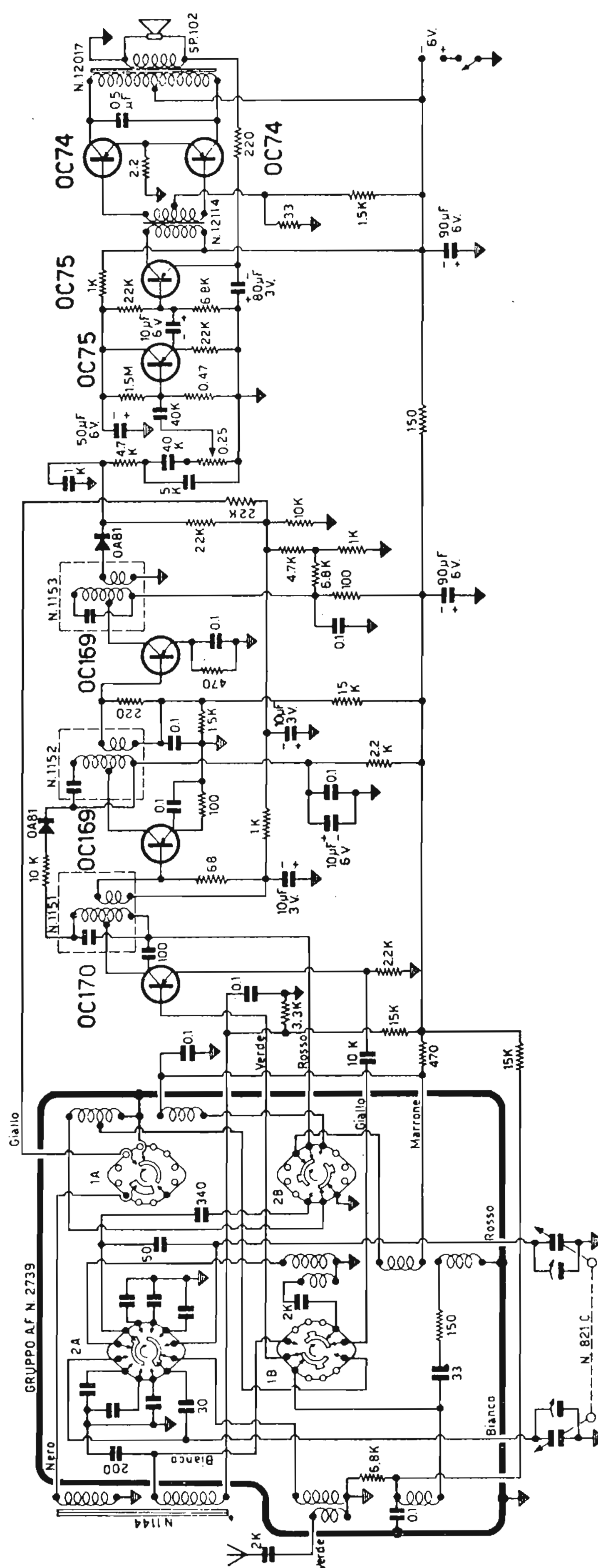
GELOSO - MODD. G.3401/2 - G.3451/2



GELOSO - MOD. G.3407/1

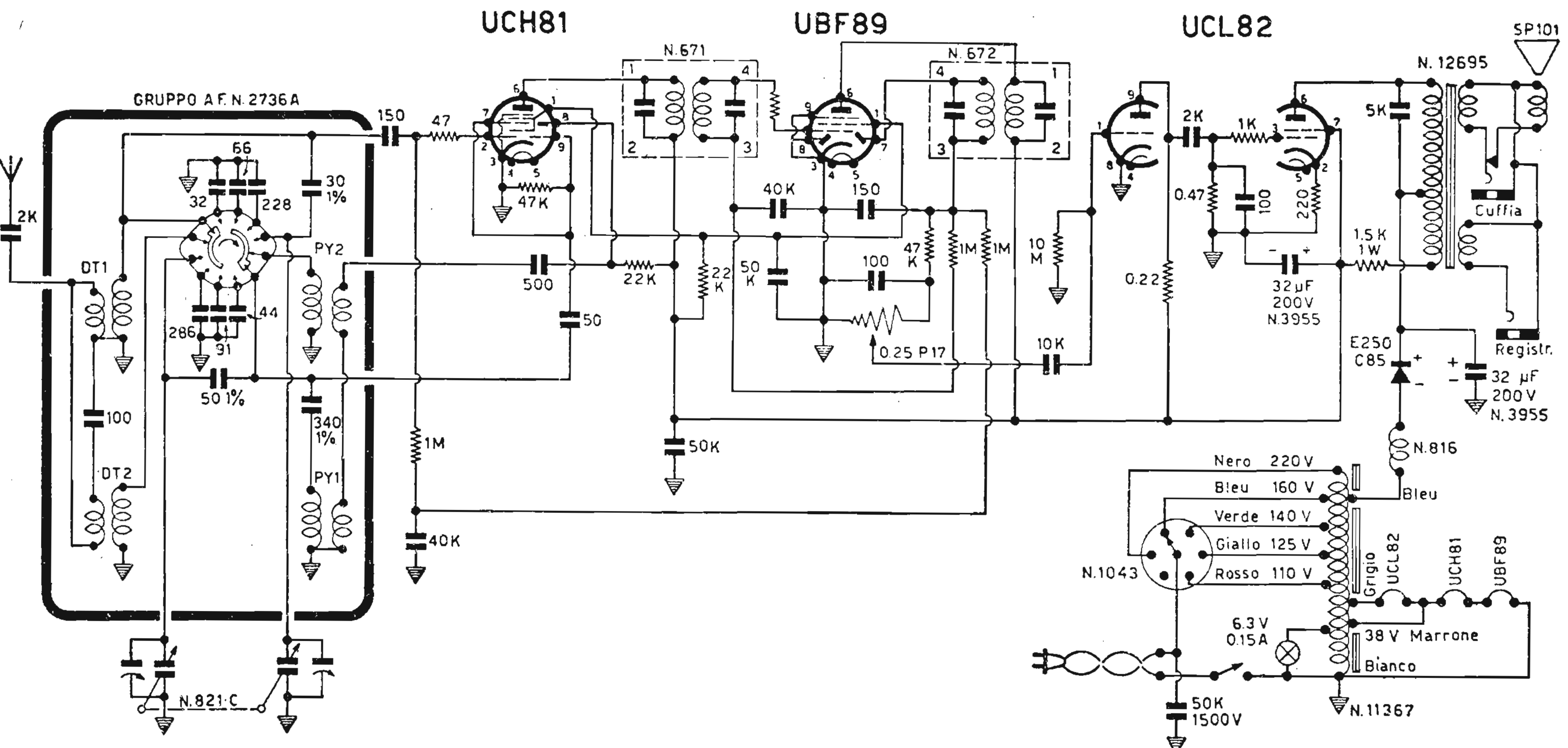
GELOSO - MOD. G.3305



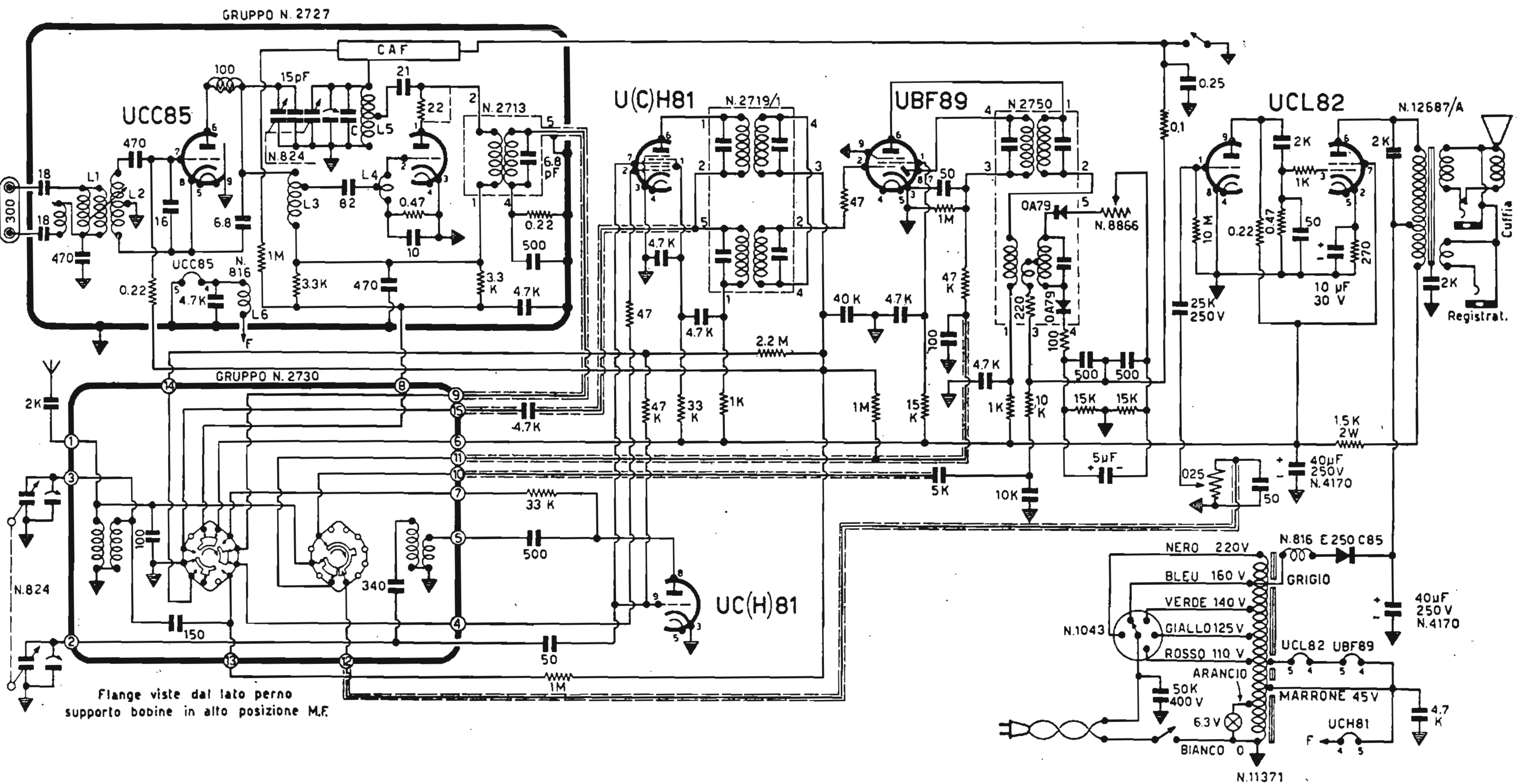


GELOSO - MOD. G.3308

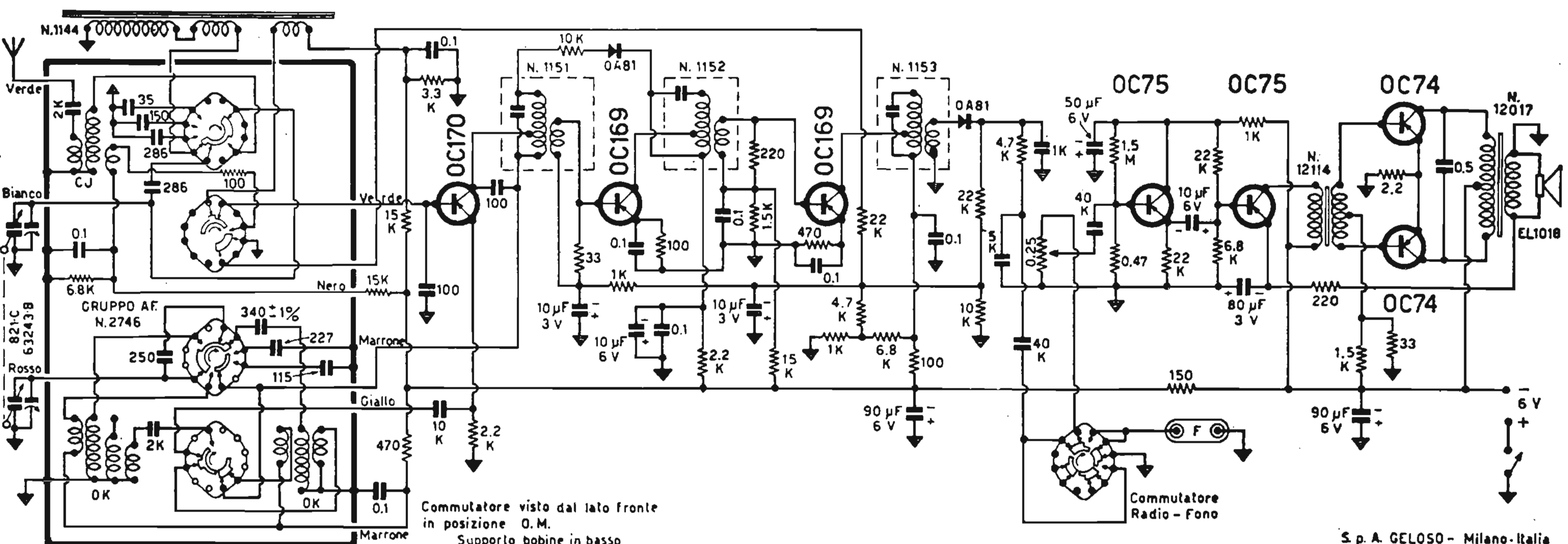
GELOSO - MOD. G.3309



GELOSO - MOD. G.3311

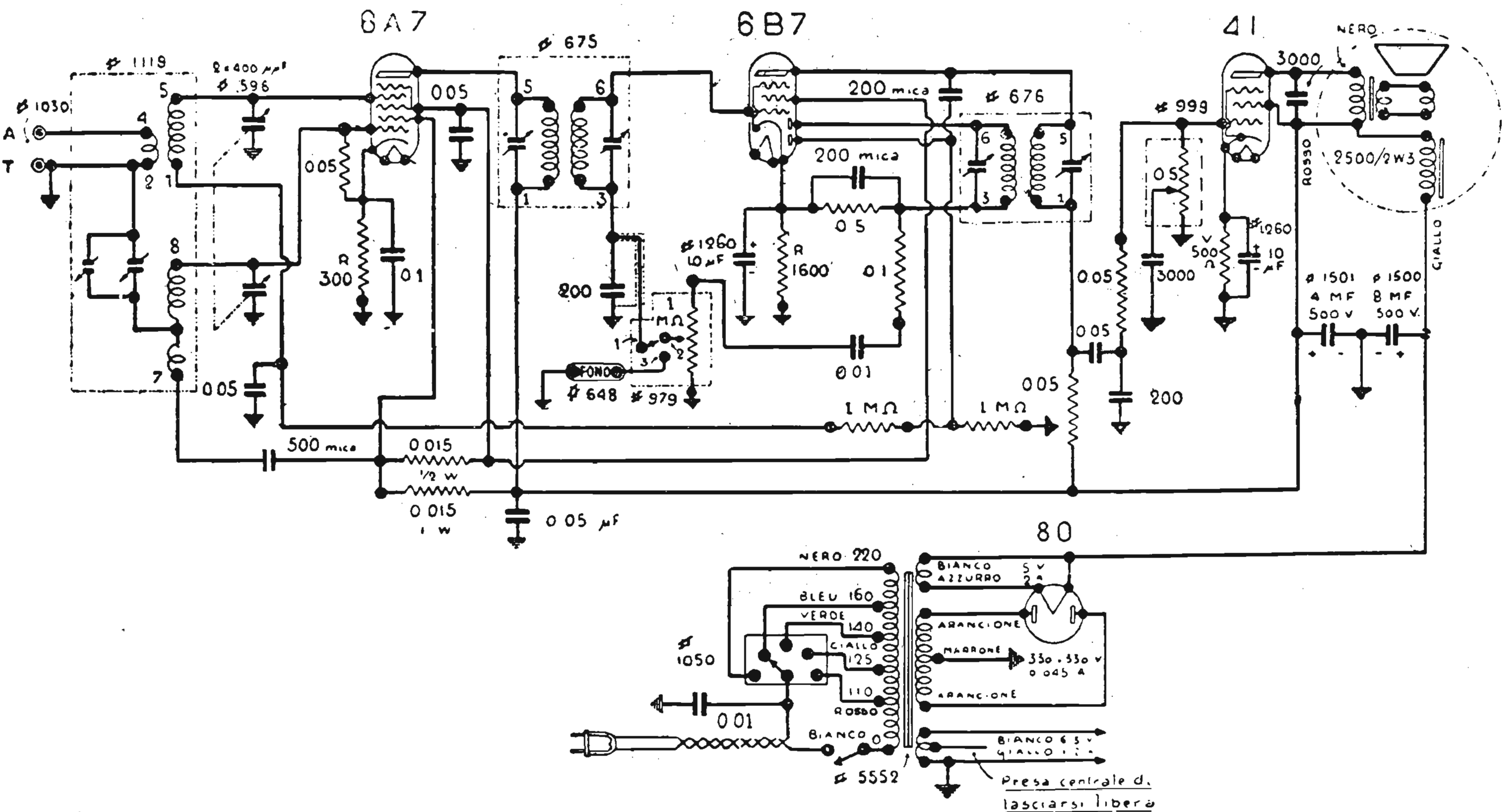


GELOSO - MOD. G.3316

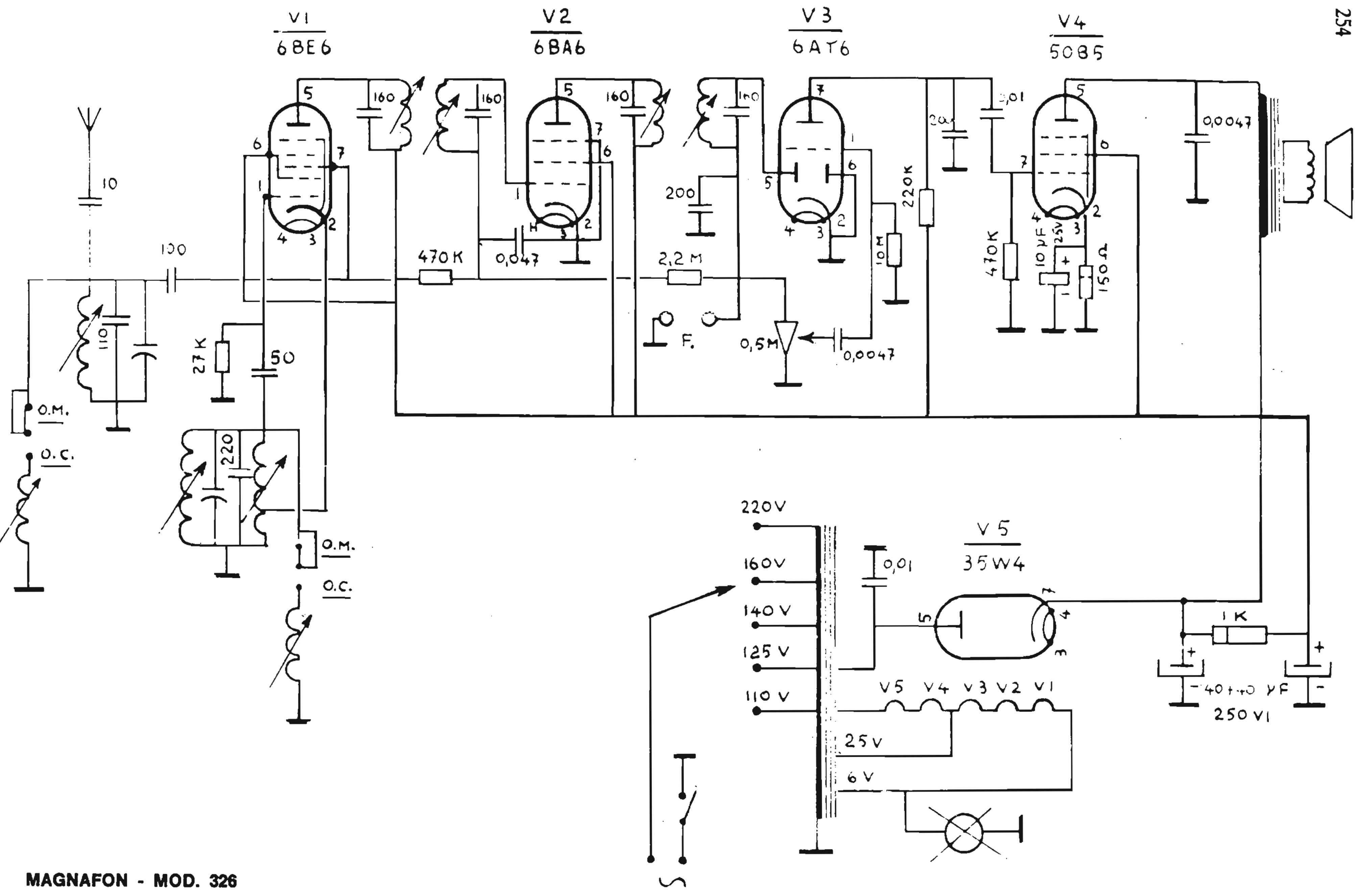


GELOSO - MOD. G.3336

GELOSO - MOD. G.338

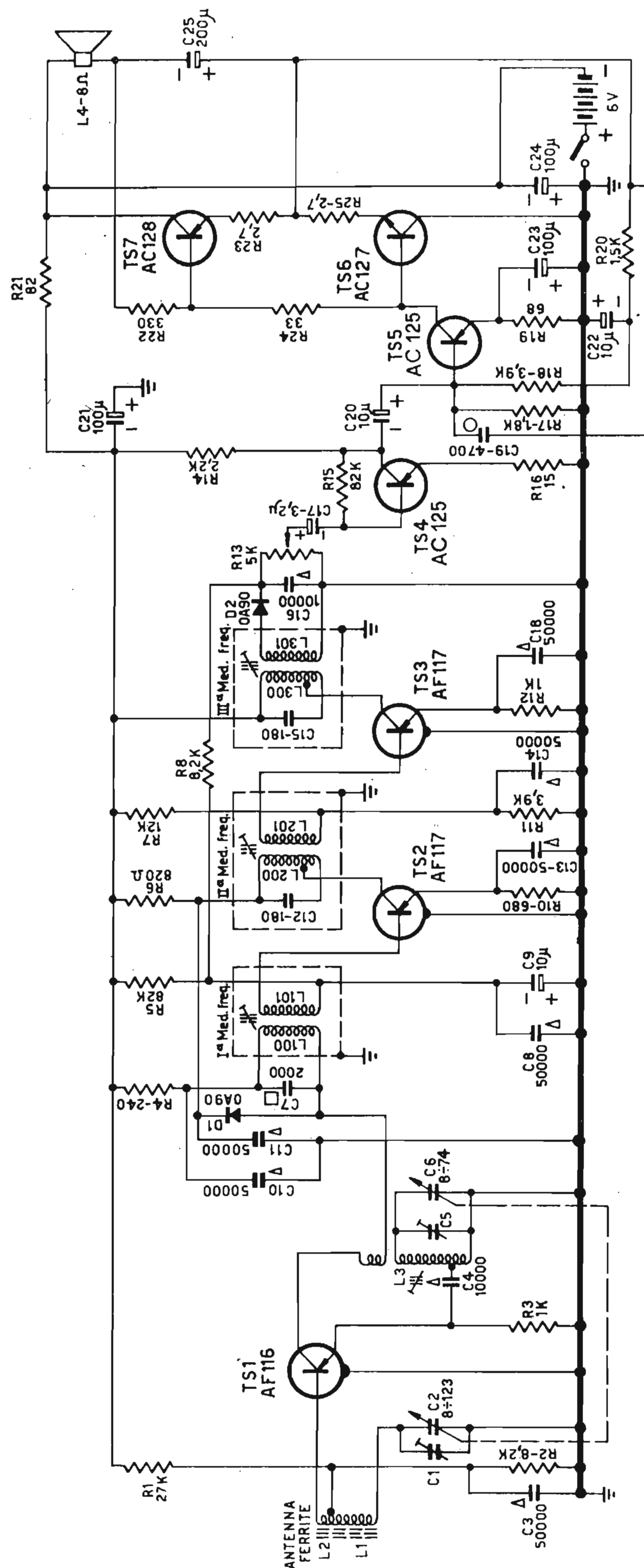


GELOSO - MOD. SUPER G. 40

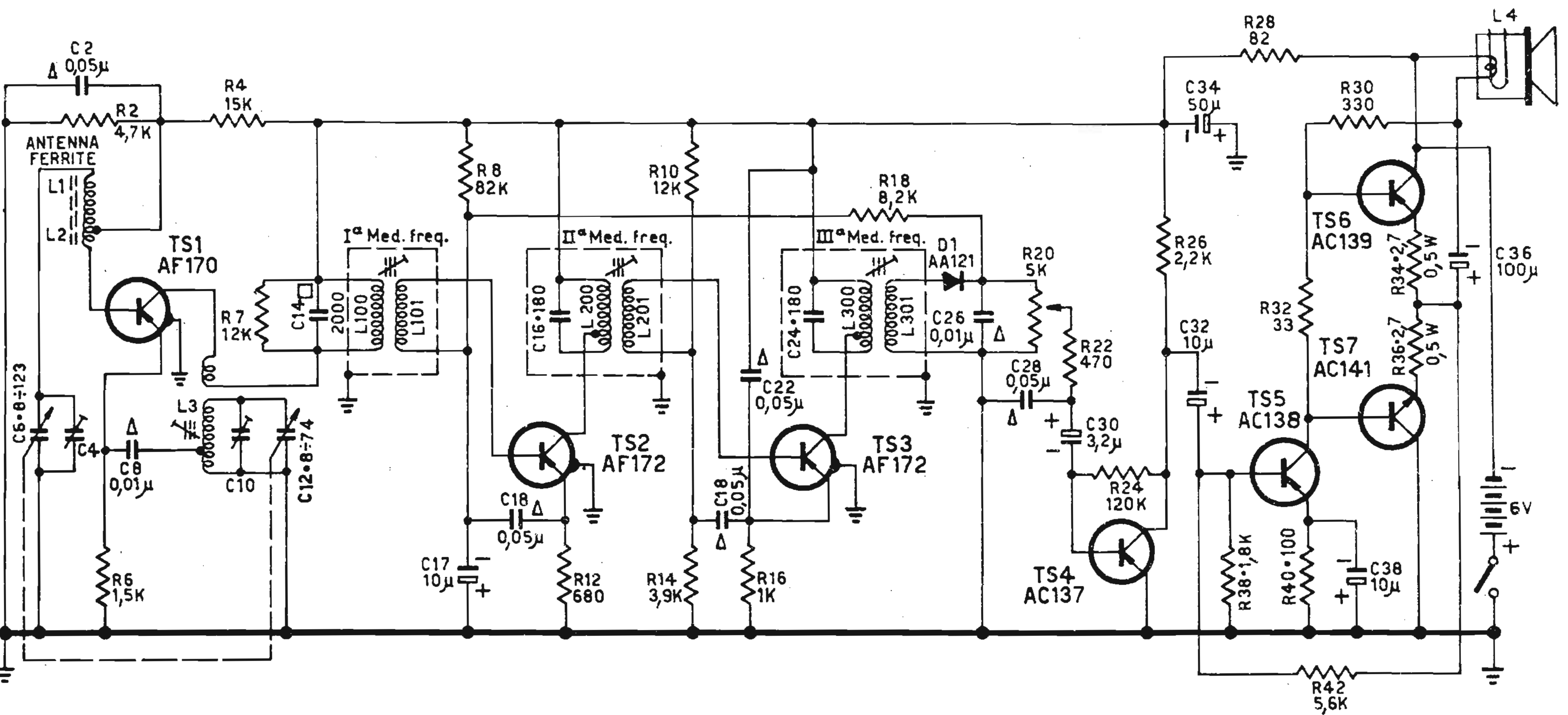


MAGNAFON - MOD. 326

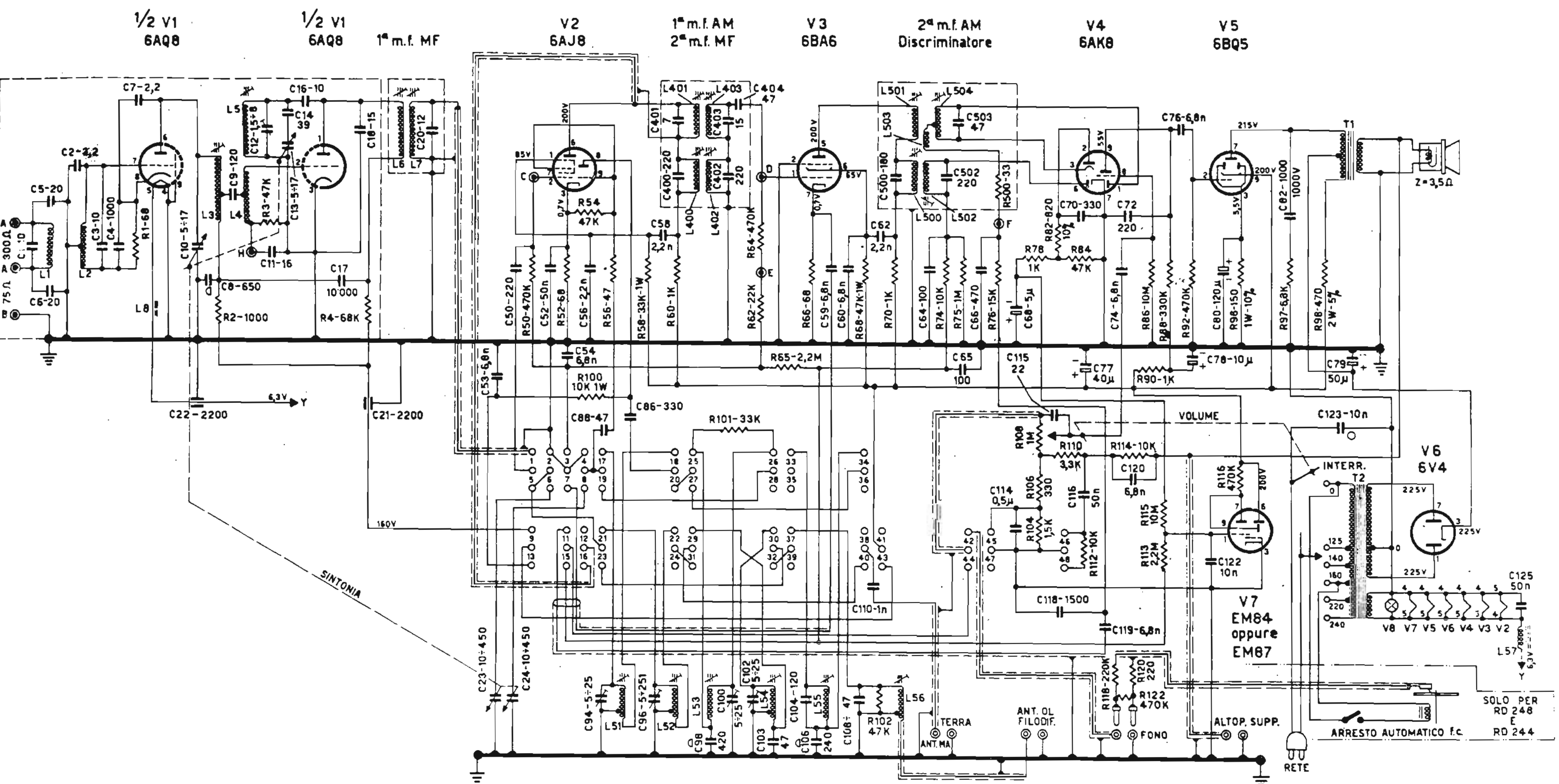
MAGNADYNE - MOD. 6001



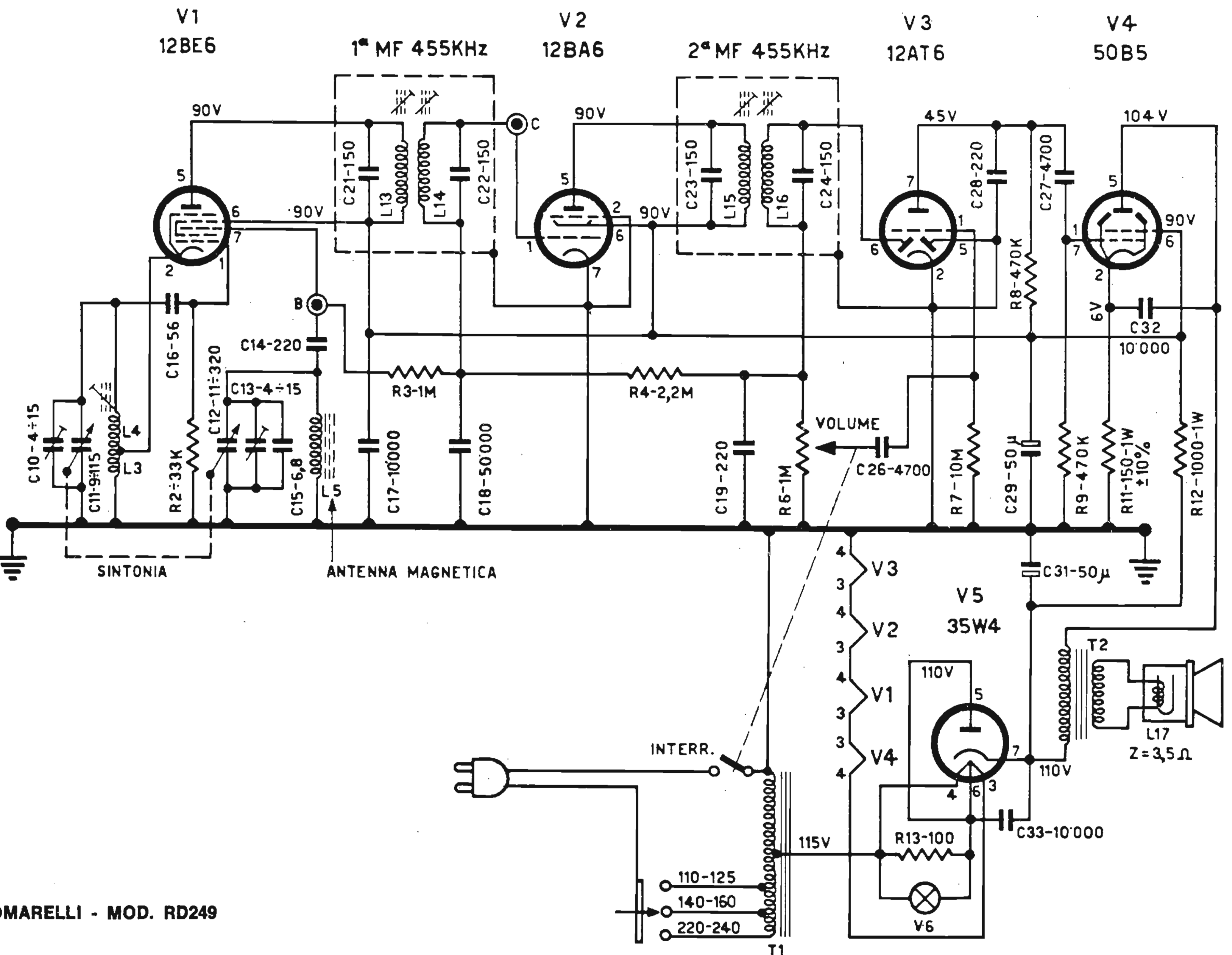
RADIOMARELLI - MOD. RD324



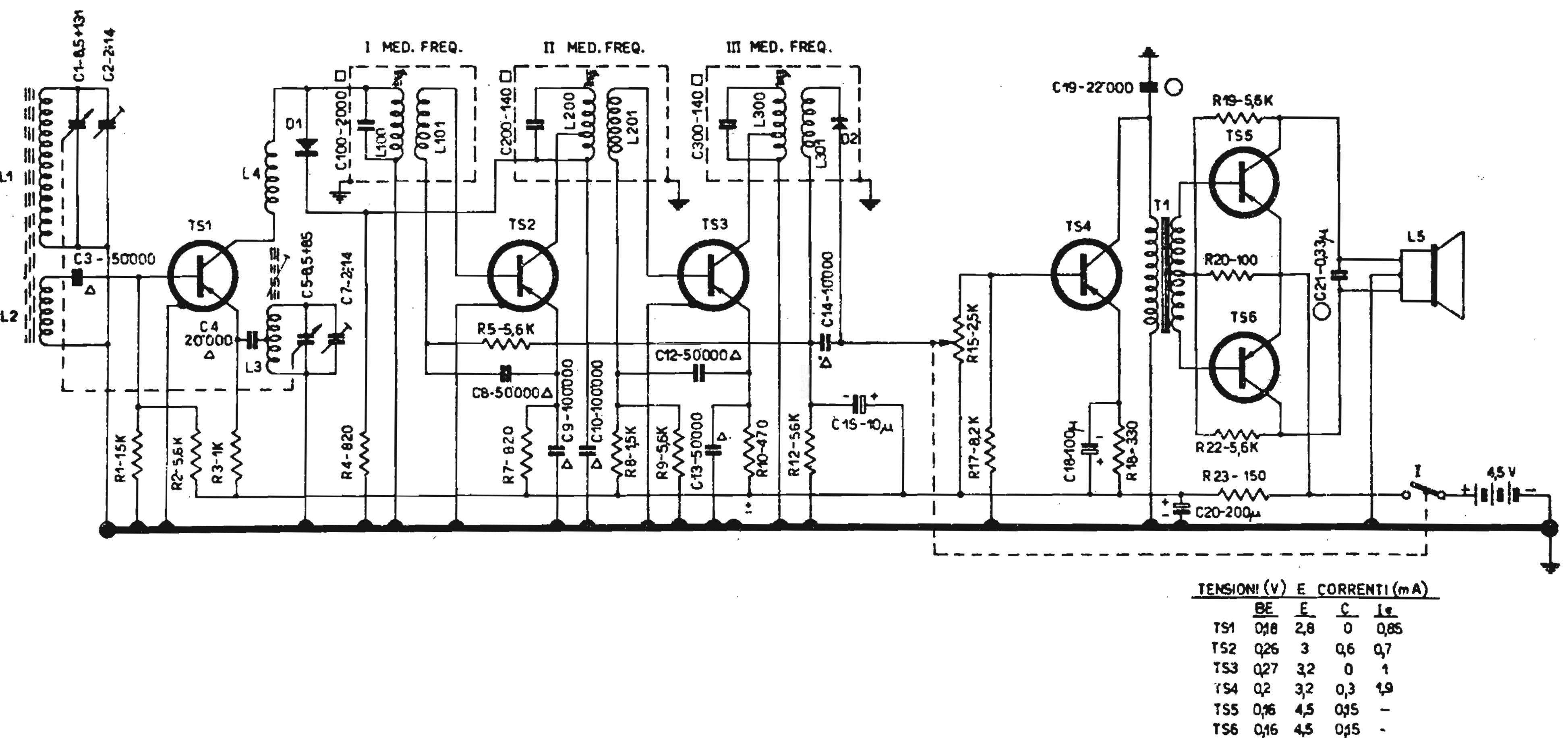
RADIOMARELLI - MOD. RD322



RADIOMARELLI - MODD. RD244 - RD248

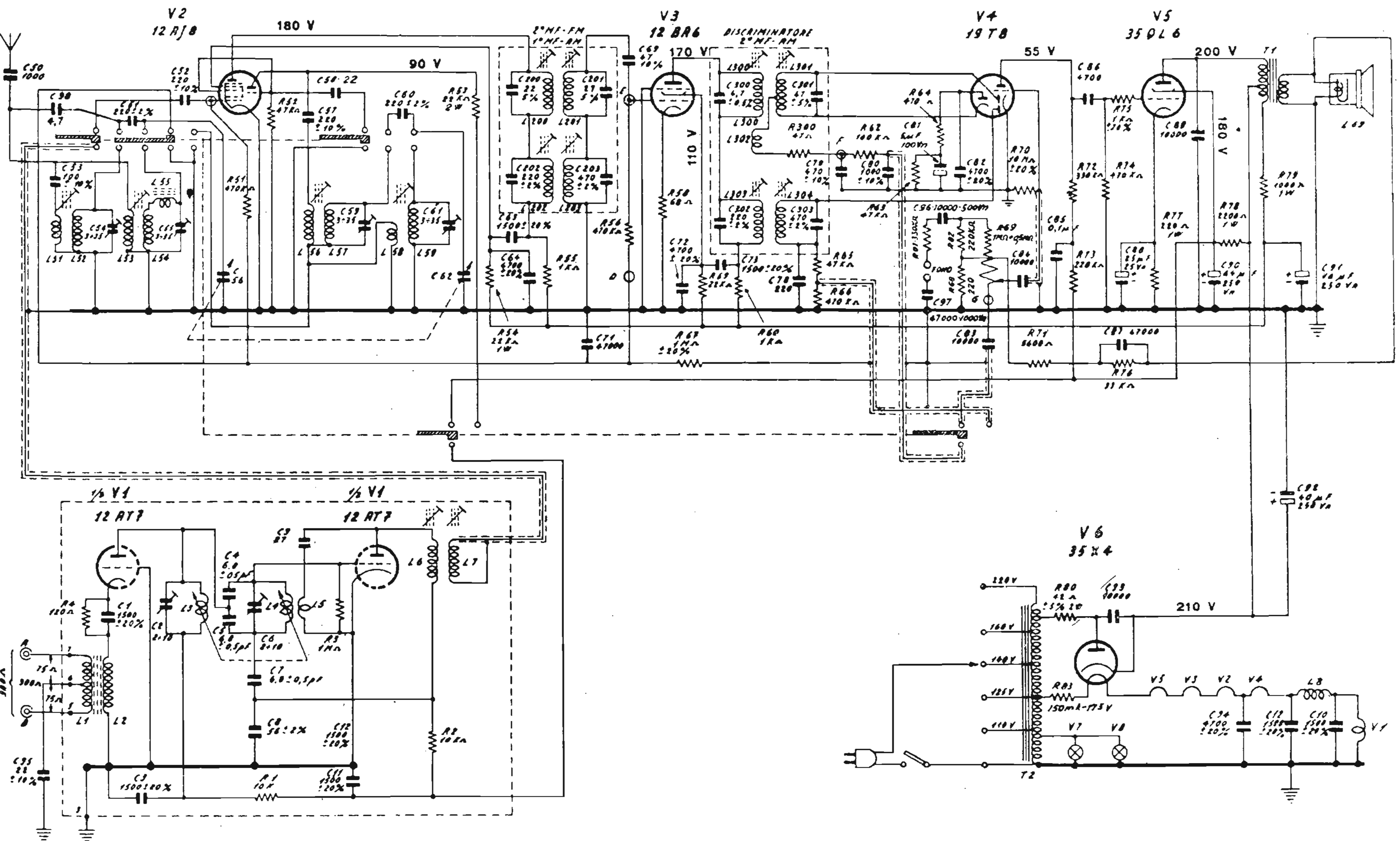


RADIOMARELLI - MOD. RD249

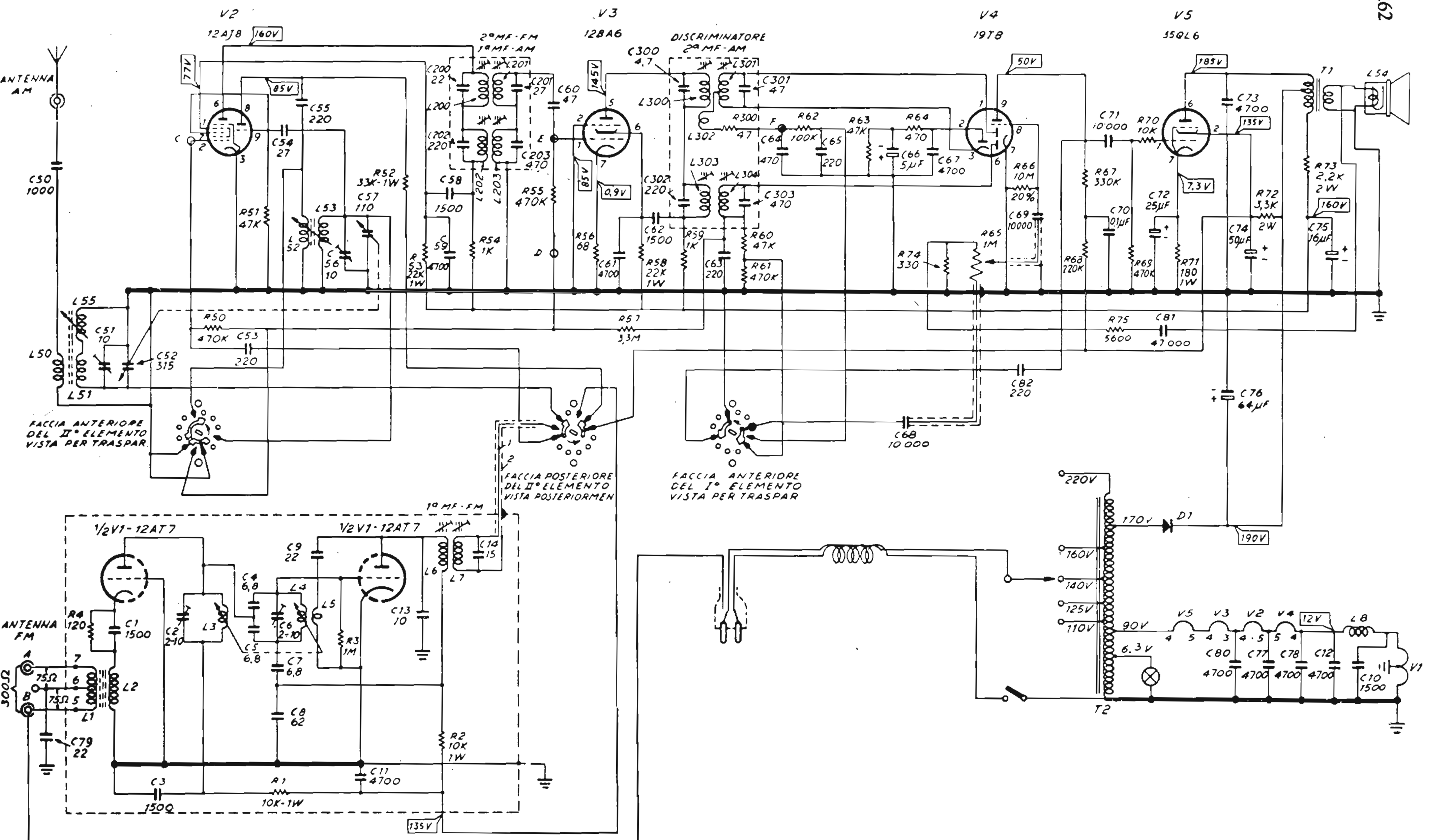


TENSIONI (V) E CORRENTI (mA)	BE	E	C	Ic
TS1	0,18	2,8	0	0,85
TS2	0,26	3	0,6	0,7
TS3	0,27	3,2	0	1
TS4	0,2	3,2	0,3	1,9
TS5	0,16	4,5	0,15	–
TS6	0,16	4,5	0,15	-

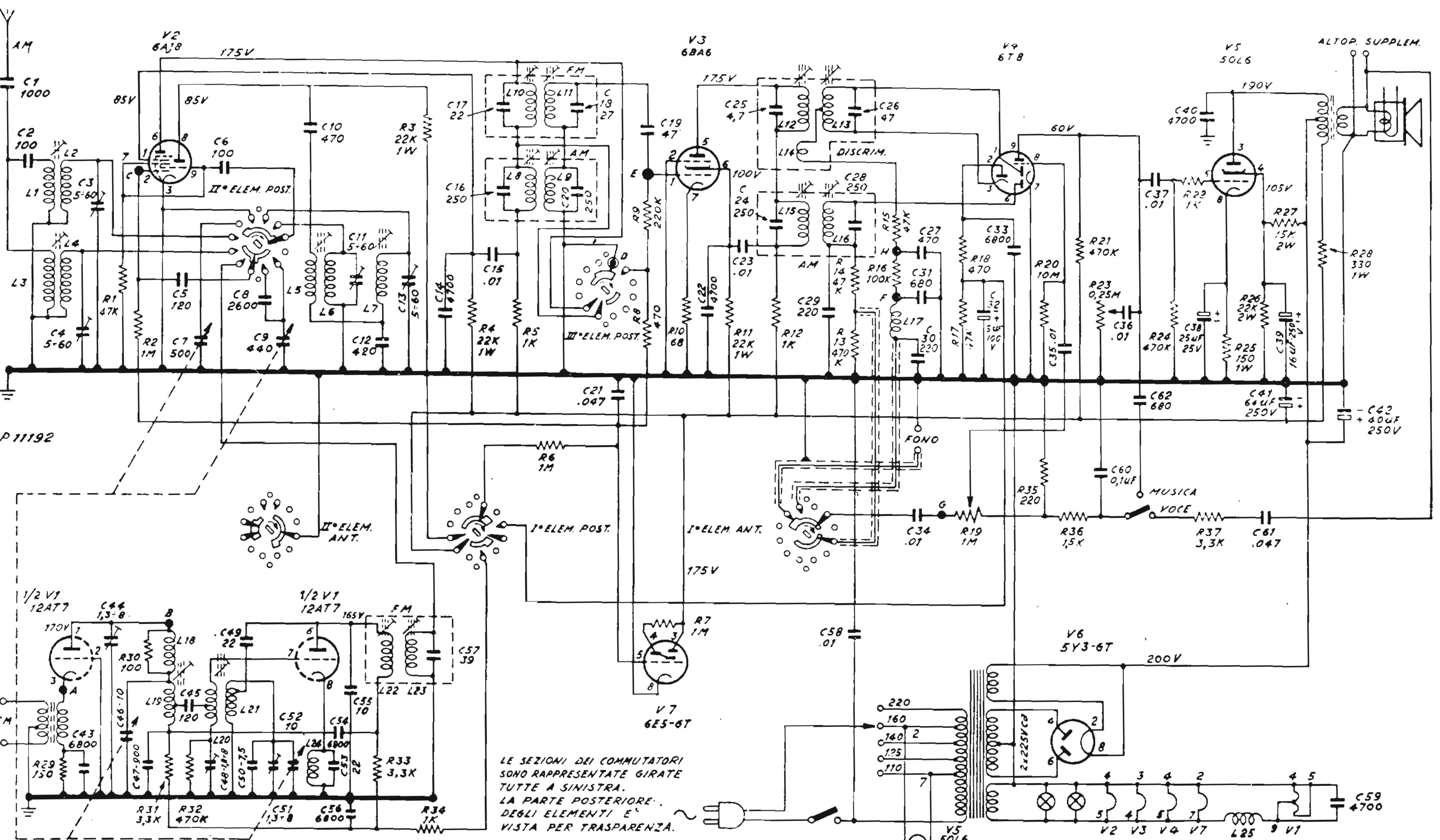
RADIOMARELLI - MODD. RD314 - RD316



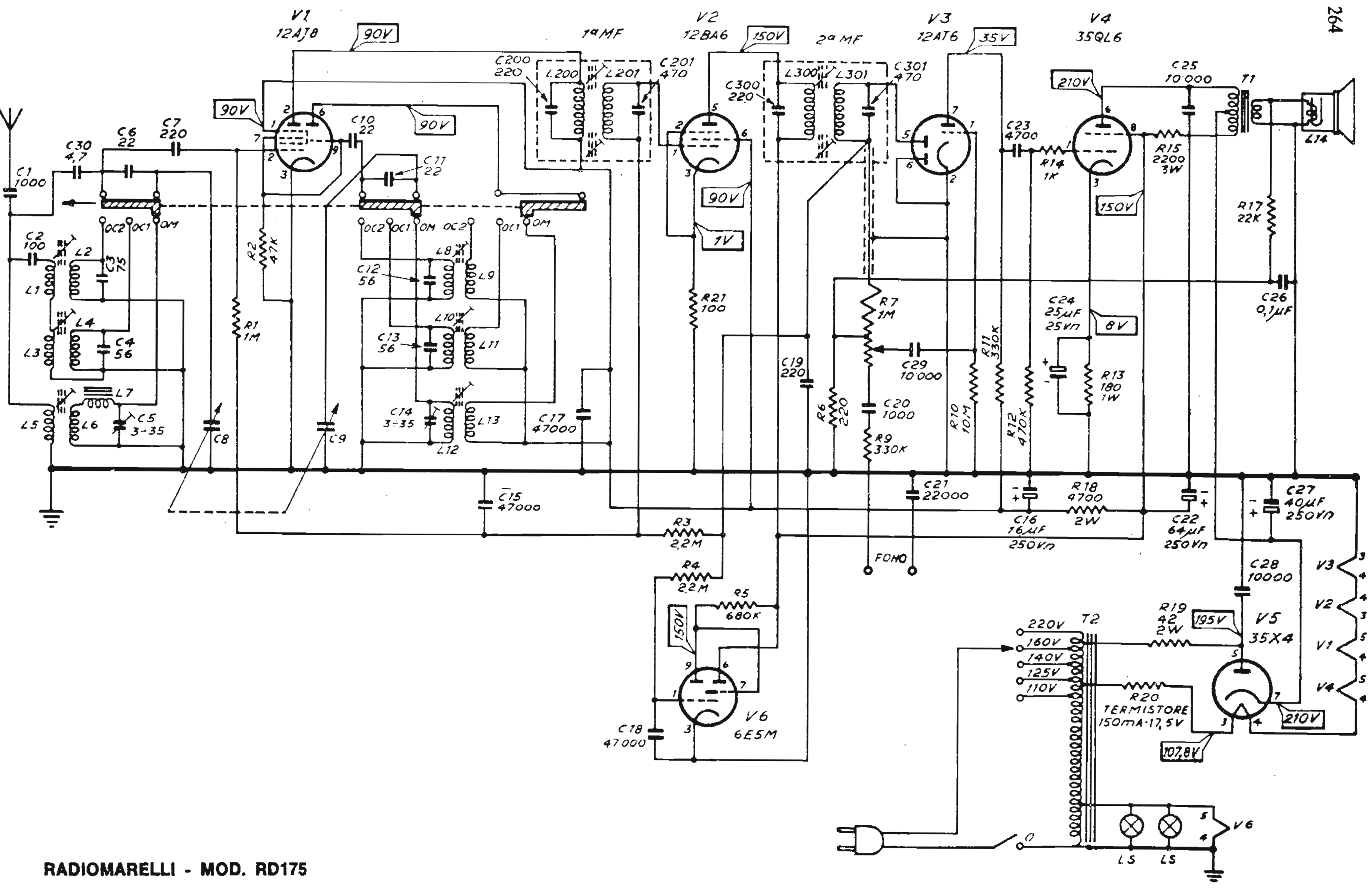
RADIOMARELLI - MODD. RD180MF - RD208MF - RD213MF



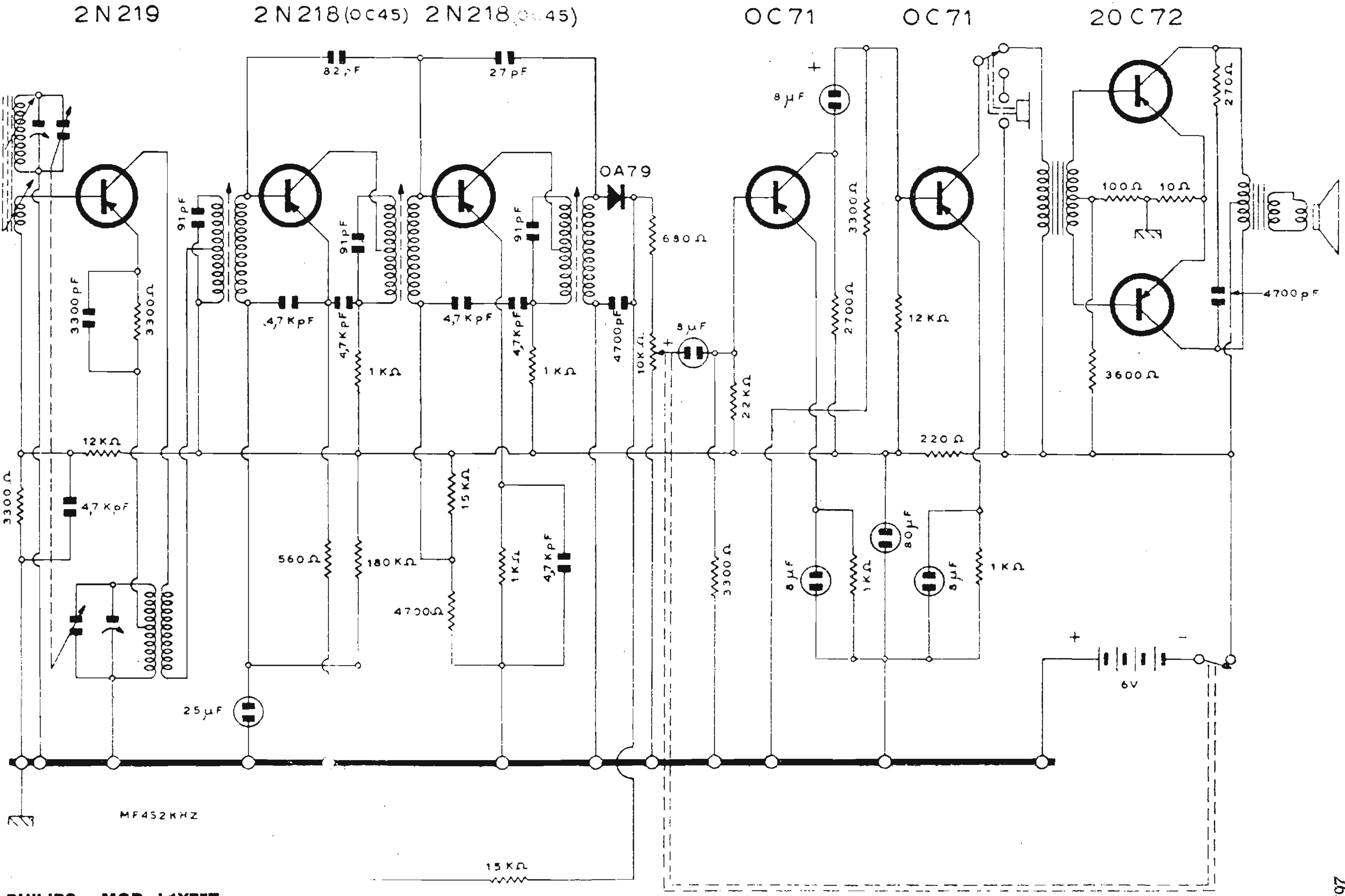
RADIOMARELLI - MODD. RD190MF - RD191MF



RADIOMARELLI - MOD. RD166MF



RADIOMARELLI - MOD. RD175



PHILIPS - MOD. L1X75T

S	1.2. 9.11.12. 3.5.6.4. 13.14.15. 18.19.17.16. 23.24.20.21.22. 30.31.32.25.26.27.28.29.
C	9. 10.1.2.11.3.4.17. 19.14.15.12.16.15.6. 20. 26. 7. 8. 21. 27. 29. 30. 31.32.33.35.34. 36.38.39 37. 40.45.41.42.46. 44.43.51. 28. 47. 48. 49. 50
R	1. 3. 2. 9. 8. 4. 6. 5. 11. 12. 13. 20.21. 19. 23.24. 26.25. 29.28 30. 31.27. 41. 32. 34. 36.35.18. 37. 40.38. 39.

TS1 AF124 — TS2 AF125 — TS3 AF126 — TS4 AF126 — TS5 AF126 — TS6 AC125 — TS7 AC127 — TS8 AC132

* R40 = 220, 240, 270, 300 Ω

Le tensioni sono state misurate con uno strumento di misura universale (40 KΩ/ V) in rapporto al « - » della tensione di batteria (9 Volt).

SK1: (pos. I)

I : LW

II : MW

III : FM

902/A...

TRA912

PHILIPS - MOD. L3122T

S: 1-2-44-41-38-39-40-13-42-43-12-4-35-36-32-33-5-37-34-14-23-15-16-25-26-7-8-17-27-28-9-10-11-18-29-23-19-20-30-21-22-31- 45-46-47- 52-48-49-50-51

C: 26-16-20-22-23-40-41-27-4-3-5-54-55-1-6-7-30-57-56-65-28-24-25-31-36-51-8-10-21-52-11-12-73-13-32-37-66-58-33-38-67-2-14-15-59-42-34-39-43-35-46-47-50-44-49-45-53-63-60-64-68-69-70-71-72-61-62- 74

R: 15- 1- 2-16-17-42-3- 4-18-20-19- 5- 6-21-22-24-7-23-25- 26- 27- 28- 8- 29- 30- 10- 11- 13- 12-31- 32- 34-50-33-35- 36-37-38-39-40-41-42-43- 45-46-44-47-48

PHILIPS - MOD. L1W32T/02G



SIEMENS - MOD. RRT1422

Int.				FM				AM				Tono			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R

123 Tastiera vista dal disopra in posizione di lavoro FM

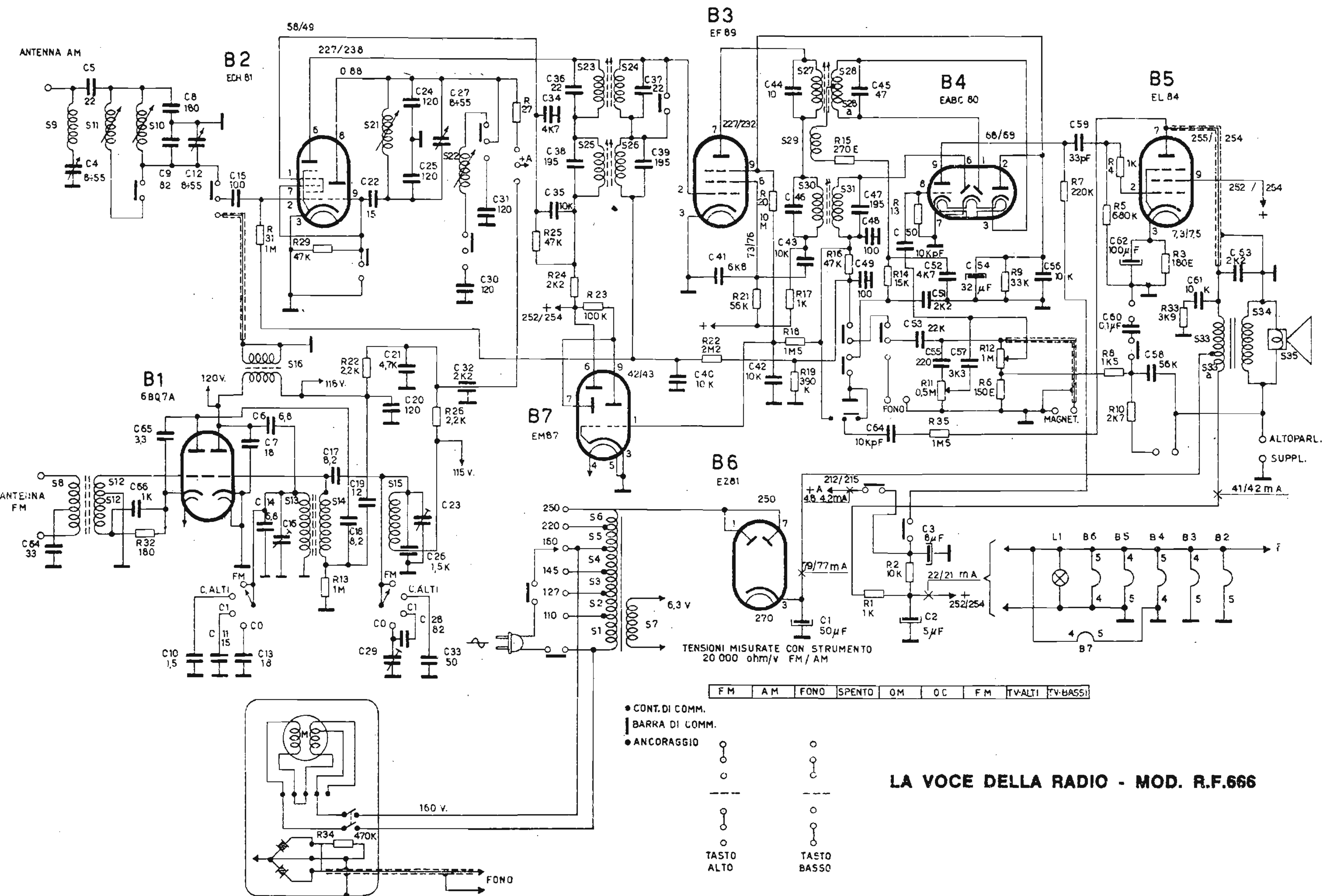
Elemento circ.	simbolo	TENS. LAVORO Volt	TENS. LAVORO simb.	TOLLERANZE %	TOLLERANZE simb.
Condens. a mica	M	50	⊠	± 20	—
" ceramico	C	25	◤	± 10	a
" stiroflex	S	12	▽	± 5	b
" elettrolitico	E	Dissip. resist.		± 2	c
Resist. ad impasto	R	½ W	─▭─	± 1	d
" a filo	R	1 W	─▭▭─	—	—

Tutte le tensioni in Volt.
Riferite al positivo.
Eseguite con Multizit 50 KΩ/V.
Tolleranze ± 10 %.
Potenz. volume in posiz. minimo.

		AF114	AF115	AF116	AF116	AF116	OC71	075	2xOC74
OM	B	—	—	1,45	0,9	2,15	1,2	1,4	0,075
	E	—	—	1,30	0,78	1,95	1,15	1,3	0,0025
	C	—	—	8,1	7,5	7,8	4,1	8,45	9,25
FM	B	1,45	1,3	1,35	0,85	2	1,1	1,4	0,075
	E	1,15	1,4	1,15	0,75	1,8	1,05	1,3	0,0025
	C	7,7	8	7,6	7	7,3	3,8	8,4	9,2

COPERTURA DI GAMMA: OM 510 ÷ 1640 KHz; FM 86 ÷ 104,5 MHz

Assorbimento totale di corrente senza segnale: OM 11 mA; FM 16 mA


LA VOCE DELLA RADIO - MOD. R.F.666
TENSIONI MISURATE CON STRUMENTO 20 000 ohm/v FM / AM
CONT. DI COMM.
BARRA DI COMM.
ANCORAGGIO
TASTO ALTO
TASTO BASSO
FM
AM
FONO
SPENTO
OM
OC
FM
TV-ALTI
TV-BASSI
ANTENNA AM
ANTENNA FM
ALTOPARL.
SUPPL.
FONO
MAGNET.
B1 6BQ7A
B2 ECH 81
B3 EF 89
B4 EABC 80
B5 EL 84
B6 EZ81
B7 EM87

T2 ECH 81

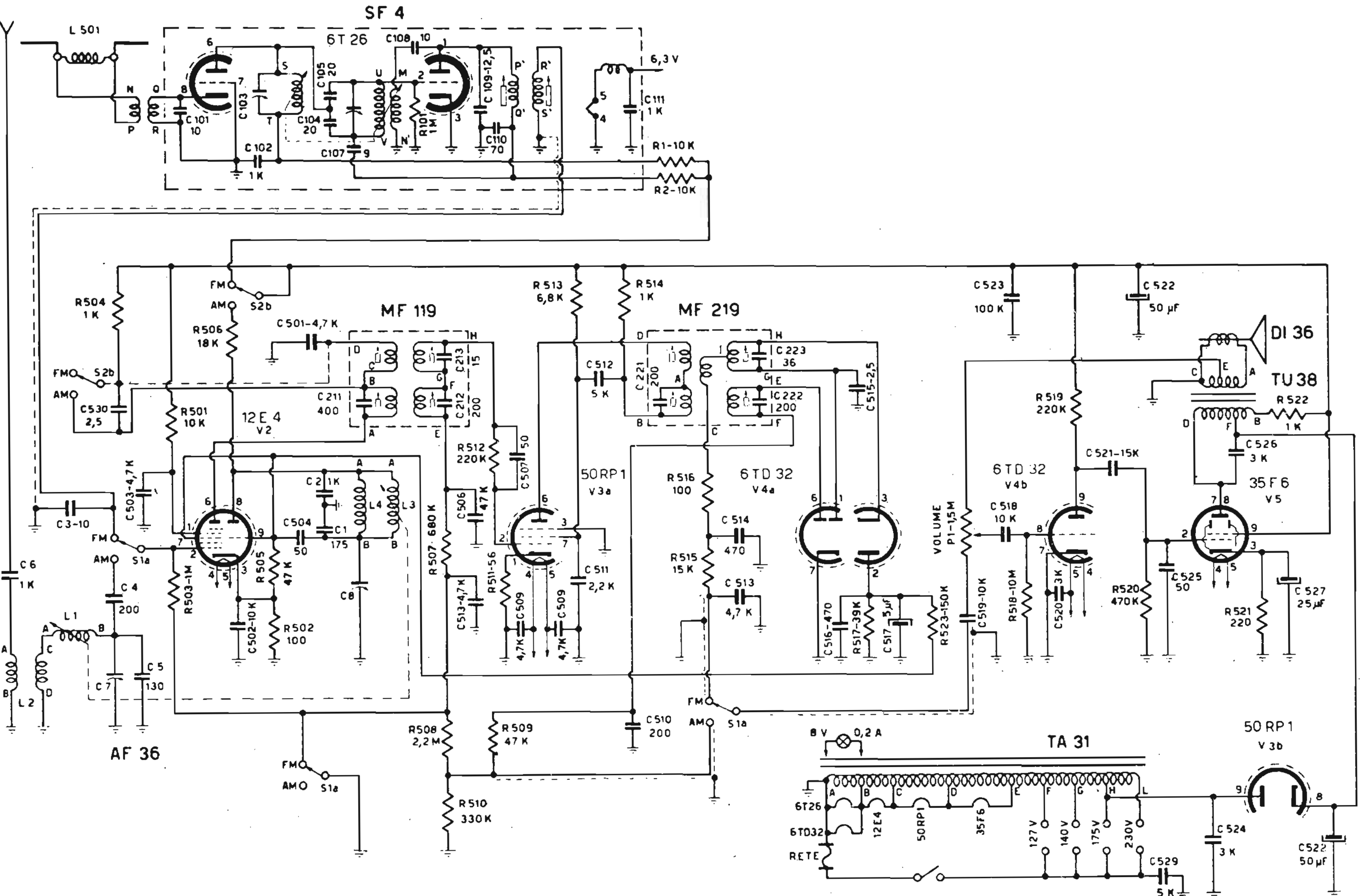
T3 EF 89

T4 UABC 80

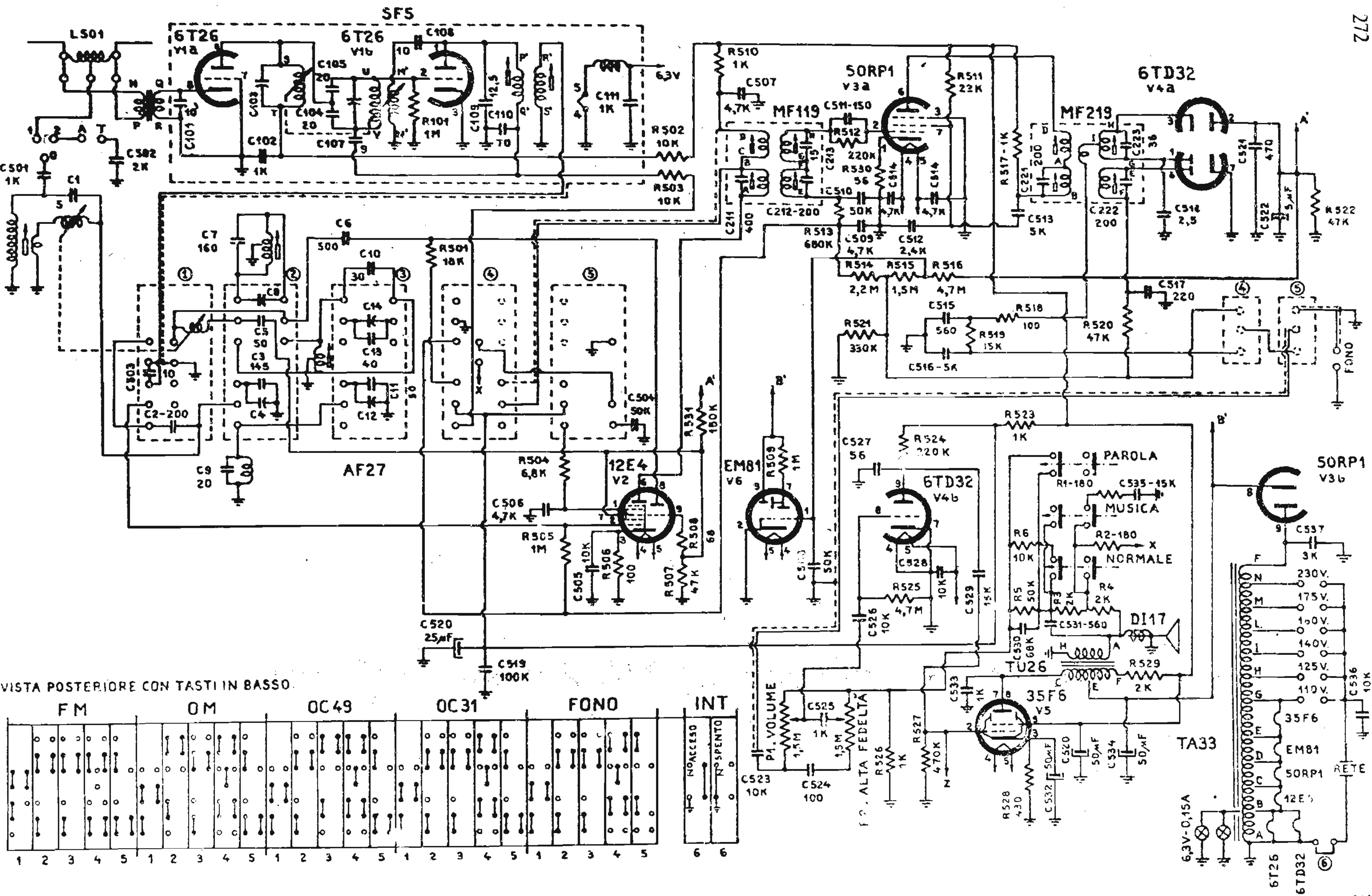
T5 UL 84

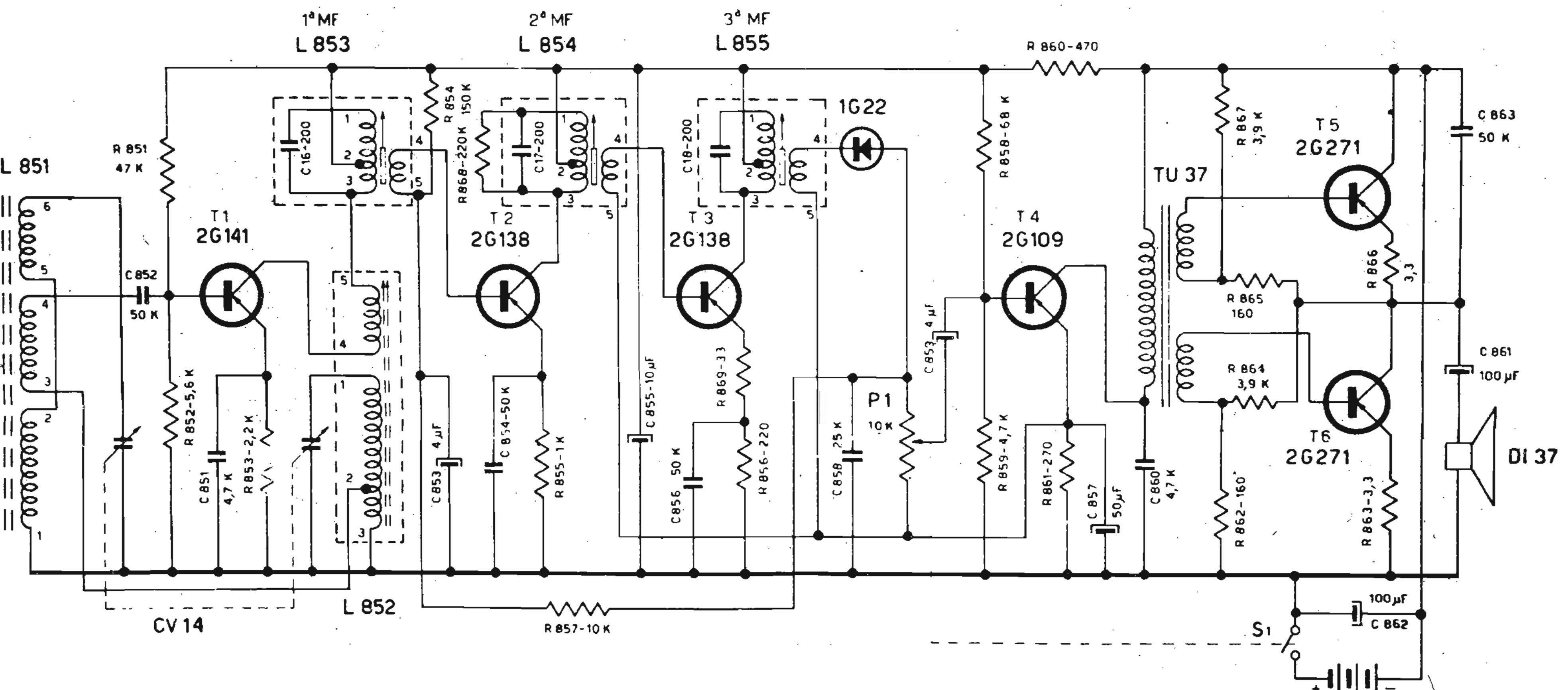
T1 ECC 85

LA VOCE DELLA RADIO - MOD. 120-B



VISIOLA - MOD. VL3071


SFS
6T26
V1a
6T26
V1b
L501
C501
1K
C502
2K
C1
C101
C102
1K
C103
C104
20
C105
C107
C108
C109
12,5
C110
70
C111
1K
R101
1M
6,3V
R502
10K
R503
10K
C7
160
C6
500
C10
30
C14
C13
40
C11
50
C12
C8
C5
50
C3
145
C4
C503
C2-200
C9
20
AF27
R501
18K
C504
50K
R510
1K
C507
4,7K
MF119
C511-150
R512
220K
R530
56
C213
C212-200
C211
400
C510
50K
C514
4,7K
R513
680K
C509
4,7K
C512
2,4K
R514
2,2M
R515
1,5M
R516
4,7M
50RP1
V3a
R511
22K
R517-1K
MF219
C221
200
C222
200
C223
36
C513
5K
6TD32
V4a
C518
2,5
C522
5μF
C521
470
R522
47K
C517
220
R521
330K
C515
560
R518
100
R519
15K
C516-5K
R520
47K
FONO
R504
6,8K
C506
4,7K
R505
1M
C505
10K
R506
100
12E4
V2
R531
150K
R507
47K
R508
68
C520
25μF
C519
100K
EM81
V6
R509
1M
C530
50K
C527
56
R524
220K
R523
1K
6TD32
V4b
C528
10K
R525
4,7M
C526
10K
C529
15K
PAROLA
R1-180
C535-15K
MUSICA
R2-180
NORMALE
R6
10K
R5
50K
R3
2K
R4
2K
C531-560
C530
68K
DI17
TU26
R529
2K
50RP1
V3b
C537
3K
230V.
175V.
160V.
140V.
125V.
110V.
C536
10K
RETE
35F6
EM81
50RP1
12E4
TA33
6,3V-0,15A
6T26
6TD32
P1. VOLUME
1,5M
C525
1K
1,5M
P2. ALTA FEDELTÀ
C523
10K
C524
100
R526
1K
R527
470K
C533
1K
35F6
V5
C520
50μF
C534
50μF
C532
50μF
R528
430
VISTA POSTERIORE CON TASTI IN BASSO
FM
OM
OC49
OC31
FONO
INT
ACCESO
SPENTO
1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 6 6
VISIOLA - MOD. VL3061



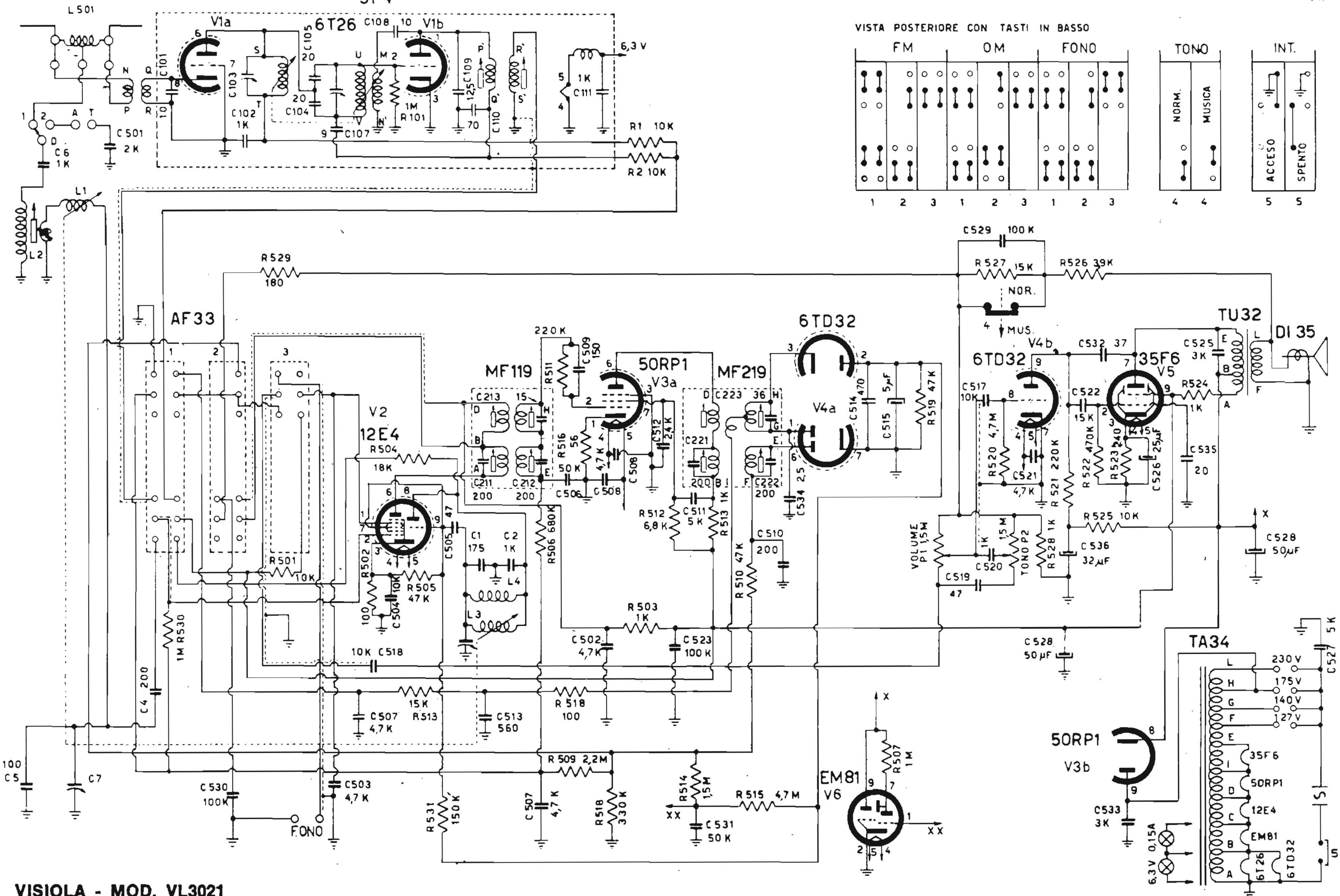
VISIOLA - MOD. VL3022

VISTA POSTERIORE CON TASTI IN BASSO

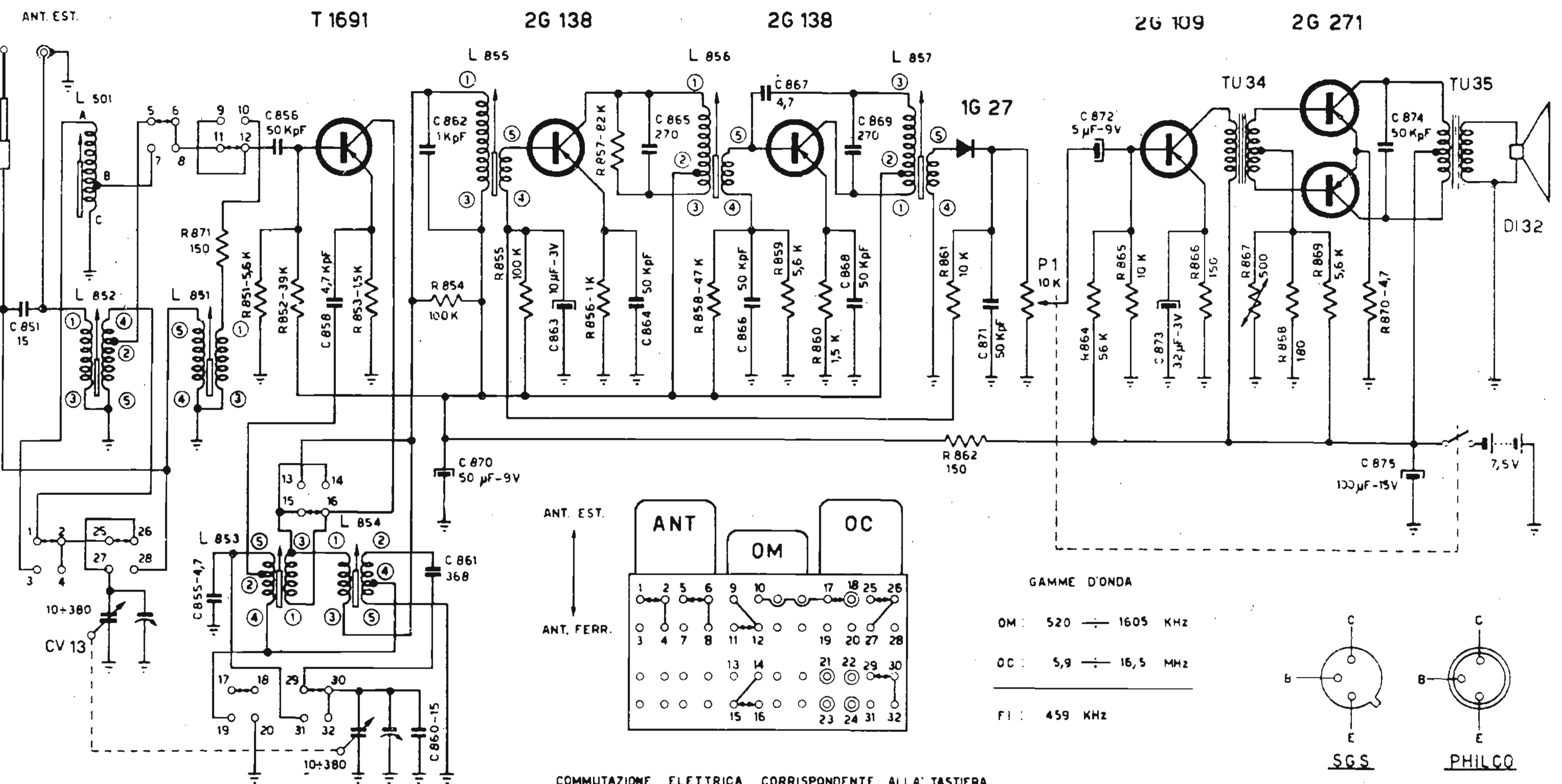
FM OM OC49 OC31 FONO INT

VISIOLA - MOD. VL3002

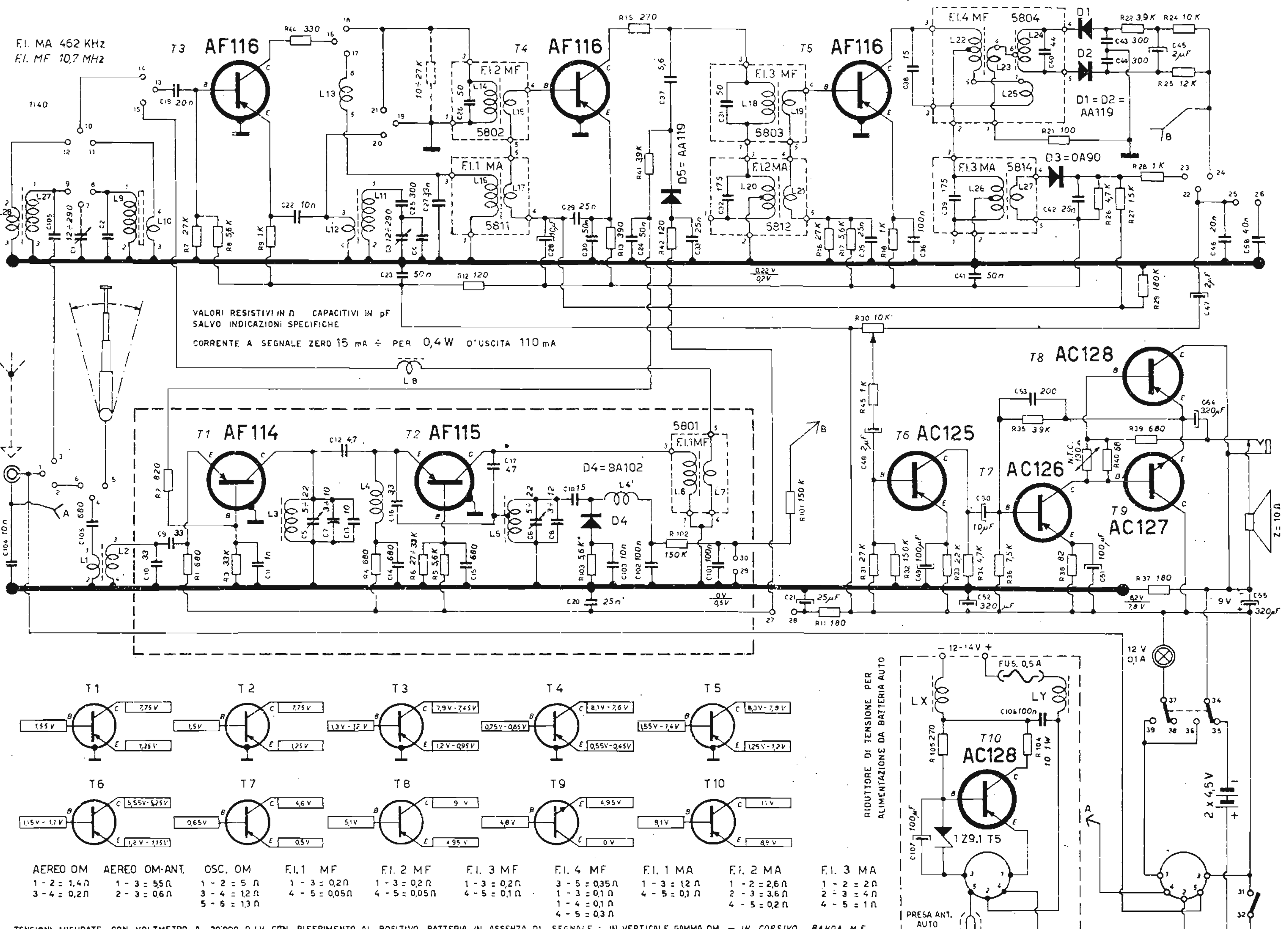
916



VISIOLA - MOD. VL3021



KENNEDY - MOD. 4041



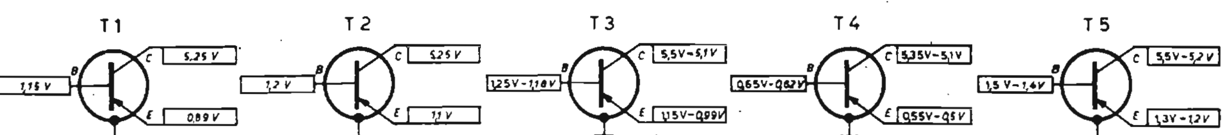
TENSIONI MISURATE CON VOLTMETRO A 20'000 Ω/V CON RIFERIMENTO AL POSITIVO BATTERIA IN ASSENZA DI SEGNALE : IN VERTICALE GAMMA OM — *IN CORSIVO BANDA MF*

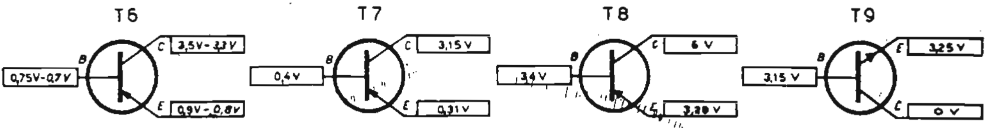
WATT RADIO - MOD. MODULETTE

WATT RADIO - MOD. miniMODULETTE

F.I. MA 462 KHz
F.I. MF 10,7 MHz

1141





AEREO OM
1 - 2 = 1,4 Ω
3 - 4 = 0,2 Ω

AEREO OM-ANT.
1 - 3 = 5,5 Ω
2 - 3 = 0,6 Ω

OSC. OM
1 - 2 = 5 Ω
3 - 4 = 1,2 Ω
5 - 6 = 1,3 Ω

F.I. 1 MA
1 - 3 = 1,2 Ω
4 - 5 = 0,1 Ω

F.I. 2 MA
1 - 2 = 2,8 Ω
2 - 3 = 3,6 Ω
4 - 5 = 0,2 Ω

F.I. 3 MA
1 - 2 = 2 Ω
2 - 3 = 4 Ω
4 - 5 = 1 Ω

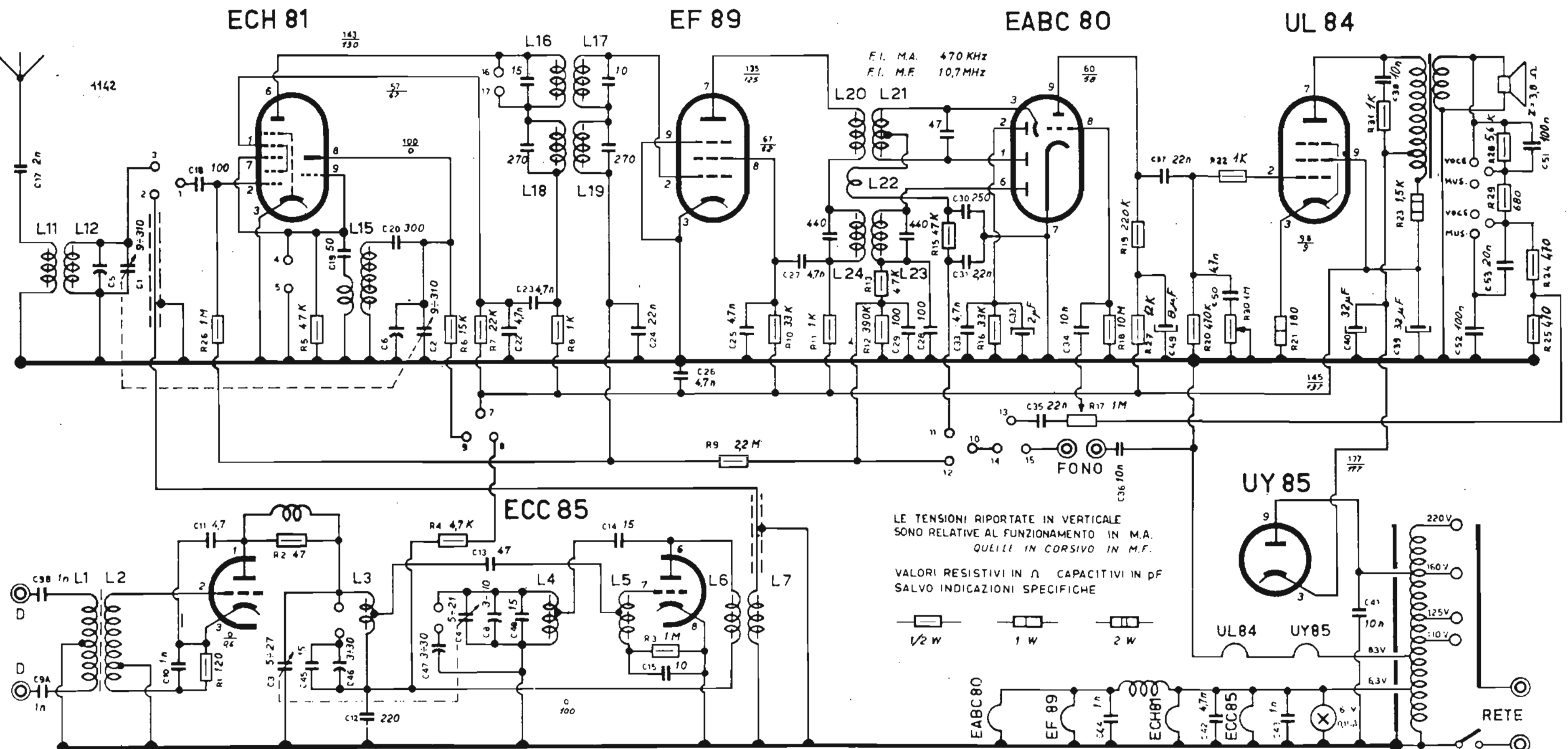
F.I. 1 MF
1 - 3 = 0,2 Ω
4 - 5 = 0,05 Ω

F.I. 2 MF
1 - 3 = 0,2 Ω
4 - 5 = 0,05 Ω

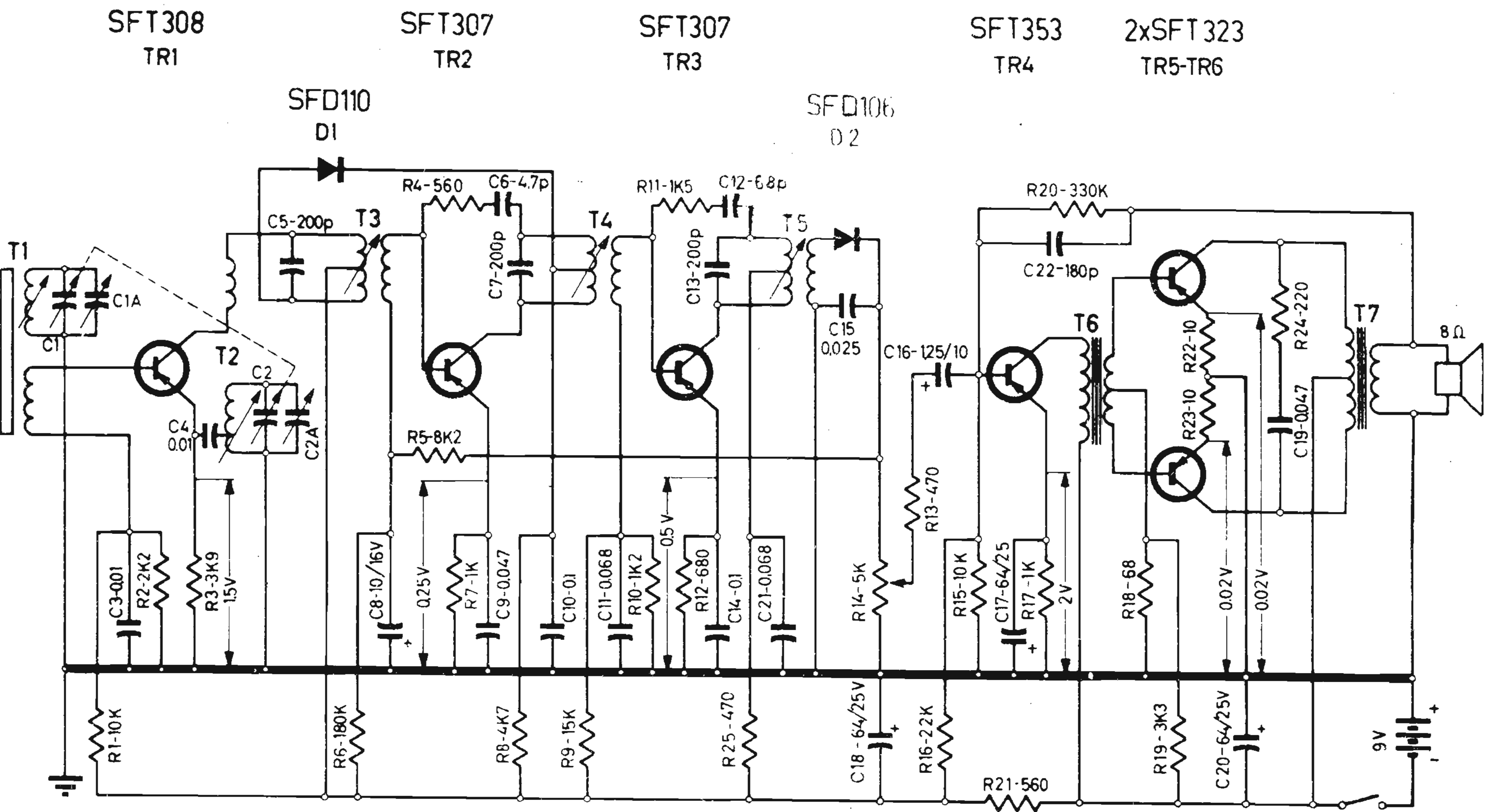
F.I. 3 MF
1 - 3 = 0,2 Ω
4 - 5 = 0,05 Ω

F.I. 4 MF
3 - 5 = 0,35 Ω
1 - 3 = 0,1 Ω
1 - 4 = 0,1 Ω
4 - 5 = 0,3 Ω

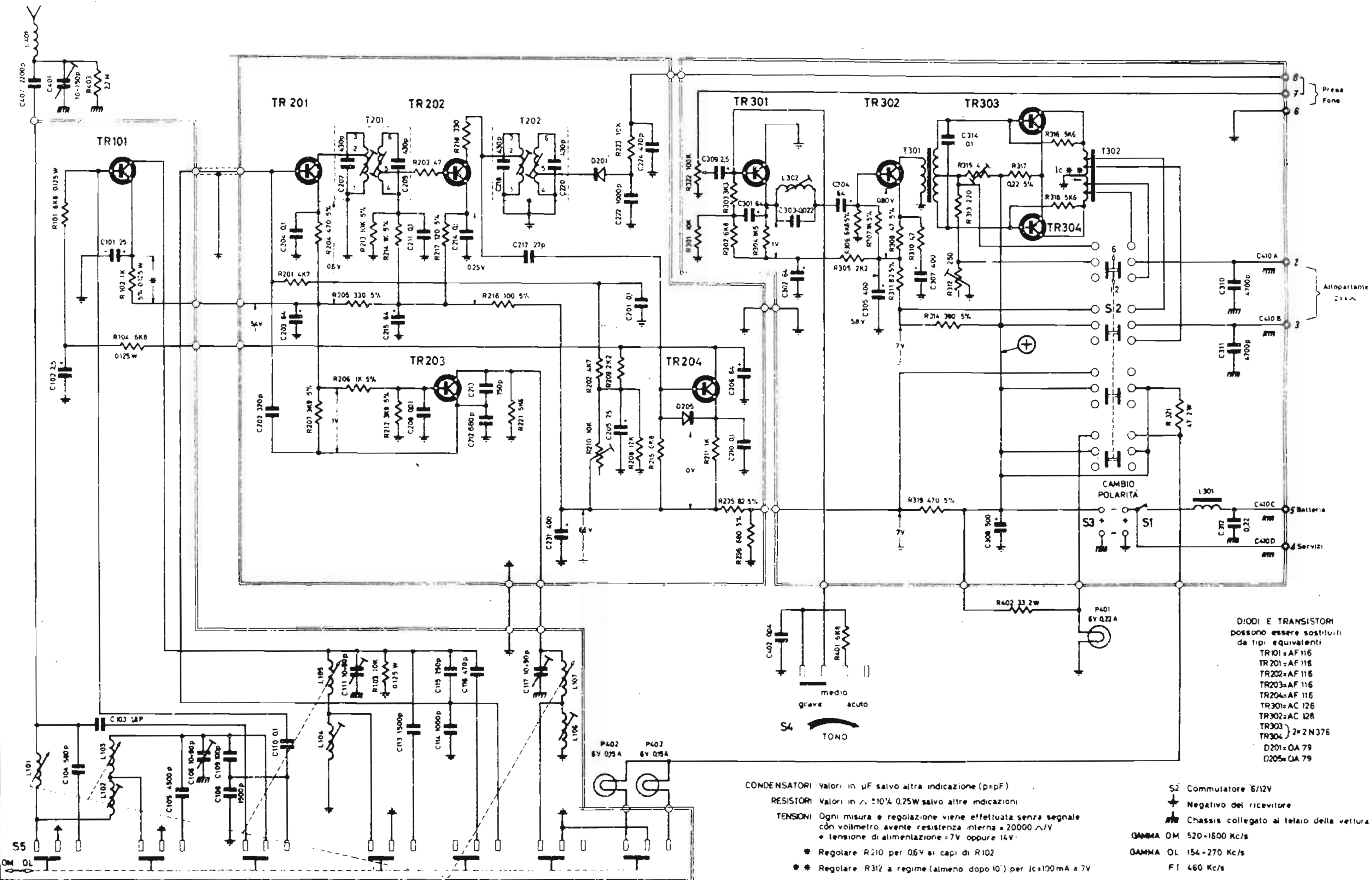
VALORI RESISTIVI IN "OHM"
CAPACITIVI IN "pF" SALVO
INDICAZIONI SPECIFICHE



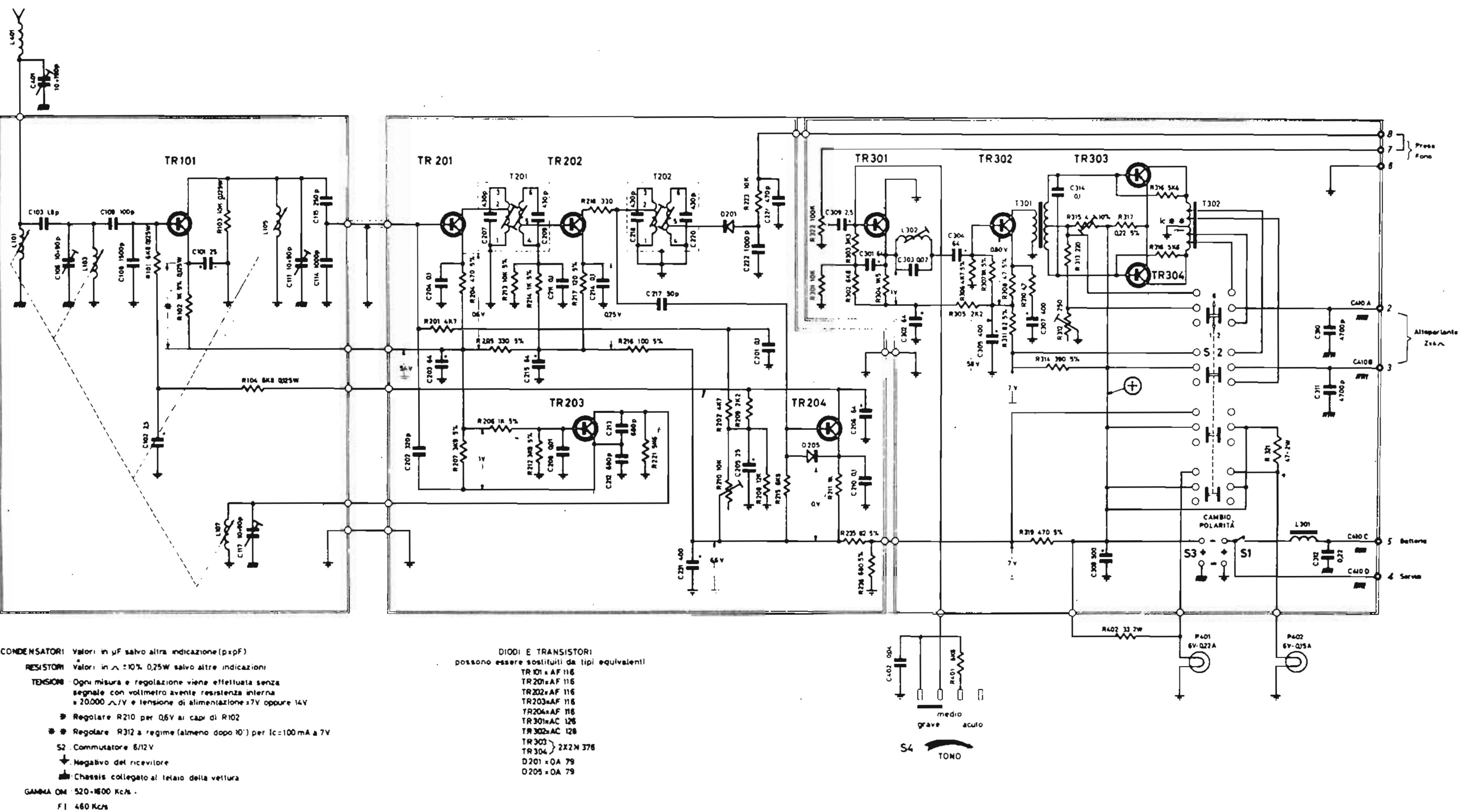
WATT RADIO - MOD. FONETTO 718



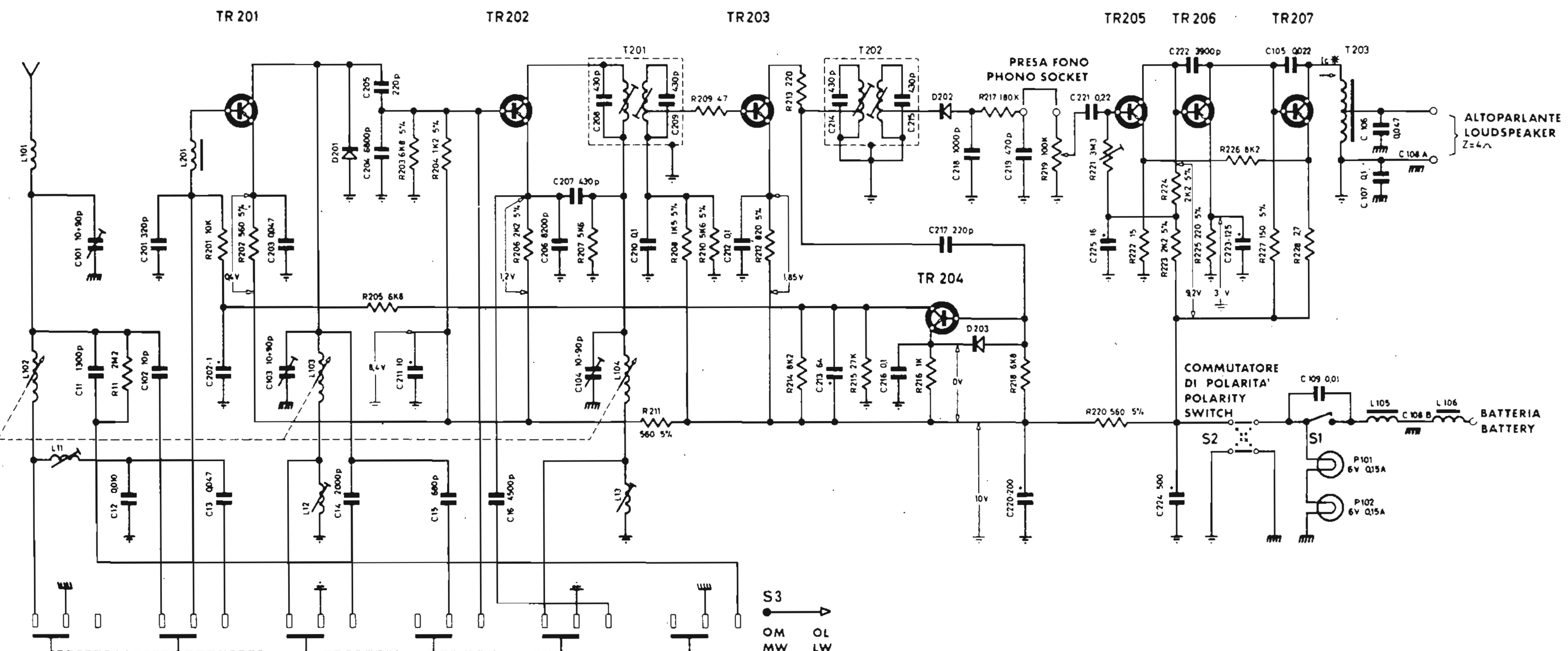
VOXSON - MOD. 762

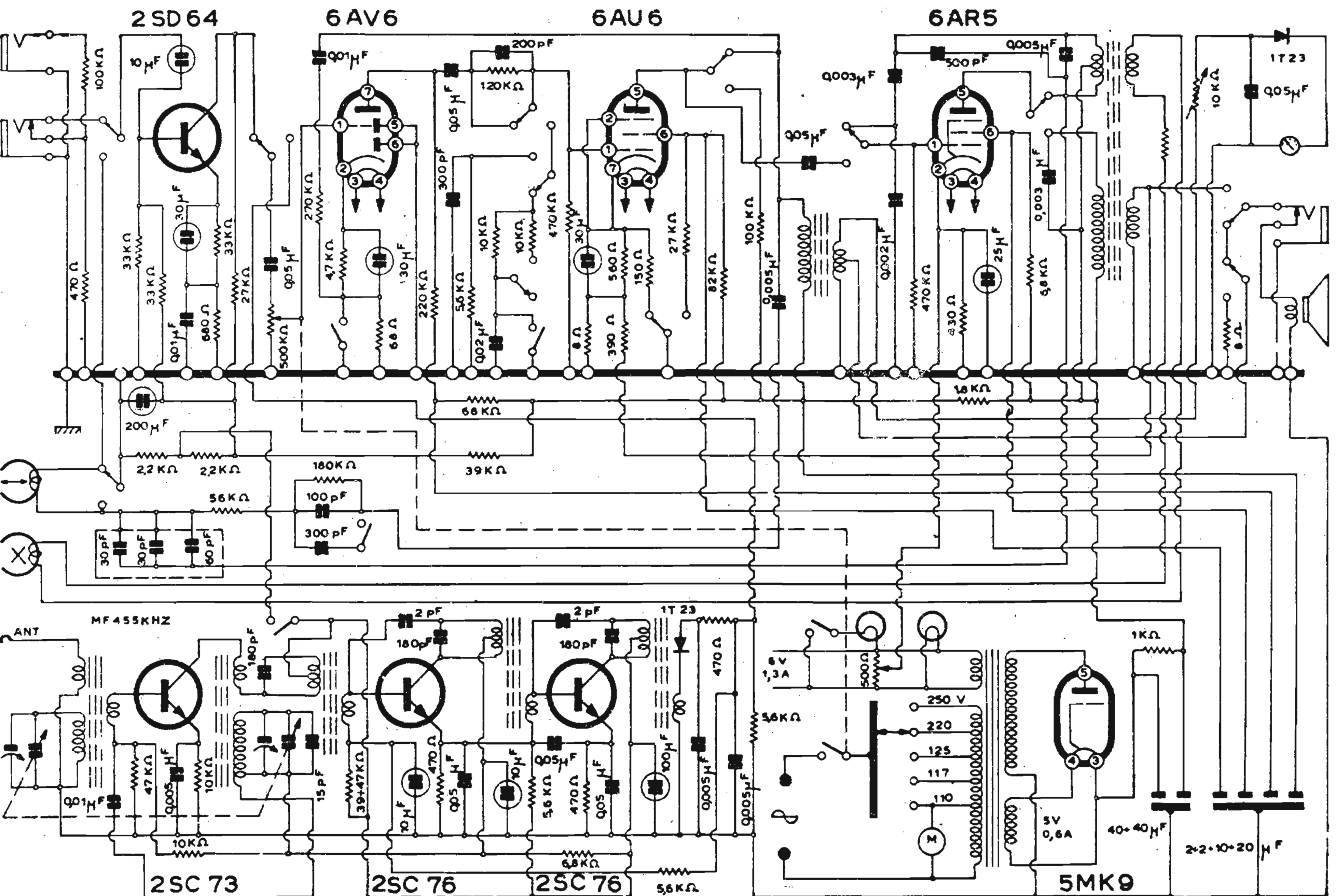


VOXSON - MOD. 912



VOXSON - MOD. 911

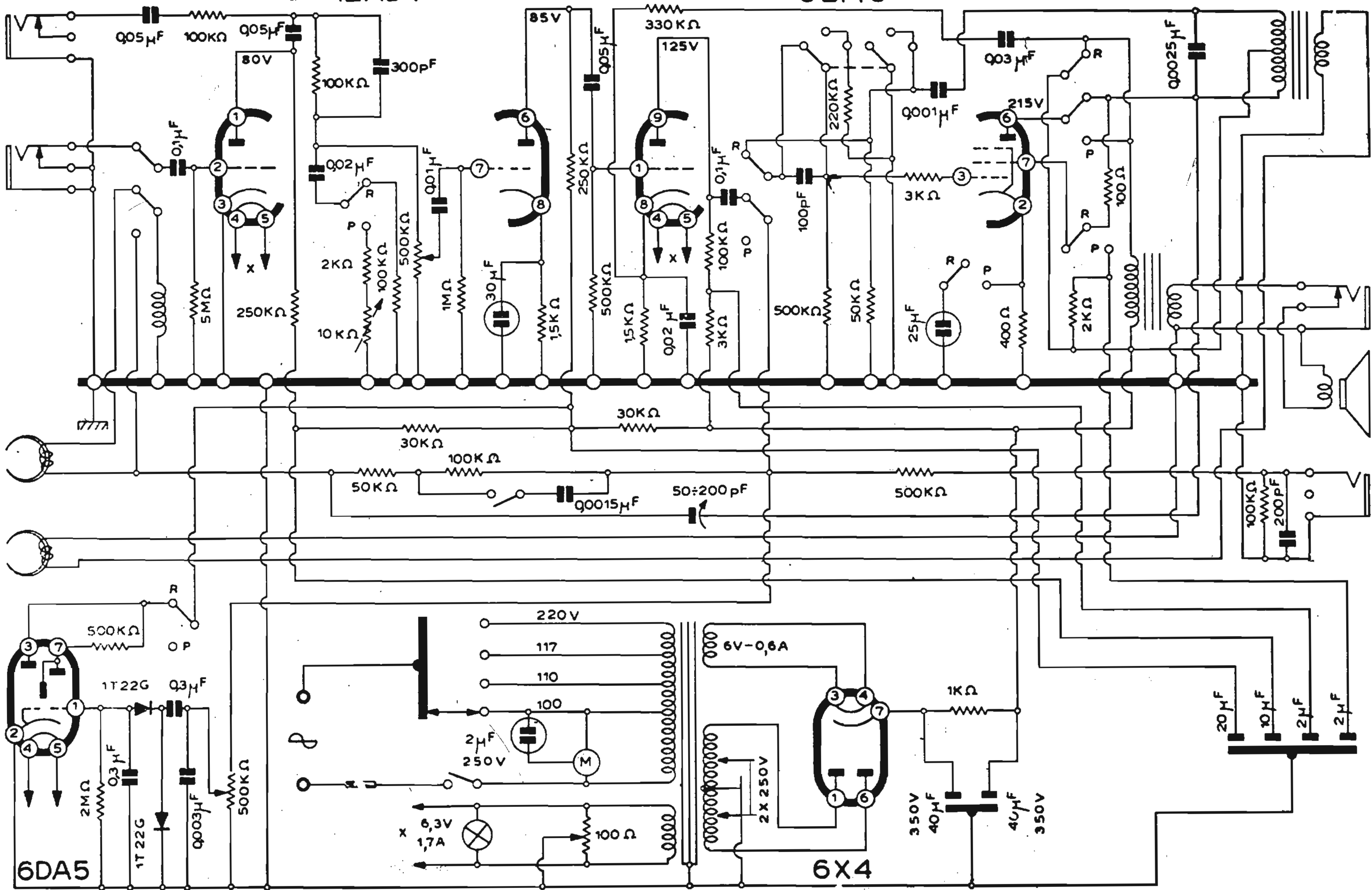

TR 201
TR 202
TR 203
TR 204
TR205
TR 206
TR207
T201
T202
T203
PRESA FONO
PHONO SOCKET
ALTOPARLANTE
LOUDSPEAKER
Z=4Ω
COMMUTATORE
DI POLARITA'
POLARITY
SWITCH
S1
S2
S3
OM
MW
OL
LW
BATTERIA
BATTERY
P101 6V 0,15A
P102 6V 0,15A
C109 0,01
L105
C108 B
L106
C106 0,047
C107 0,1
C108 A
R226 8K2
C222 3900p
C105 0,022
C221 0,22
R221 3M3
C225 16
R222 15
R223 2K2 5%
R224 2K2 5%
R225 220 5%
C223-125
R227 150 5%
R228 27
9,2V
3 V
R220 560 5%
C224 500
C220-200
10V
0V
D202
D203
R217 180K
C218 1000p
C219 470p
R219 100K
C217 220p
R213 220
C214 430p
C215 430p
R218 6K8
R216 1K
C216 0,1
R215 27K
C213 64
R214 8K2
R209 47
1,85V
R212 820 5%
C212 0,1
R210 5K6 5%
R208 1K5 5%
C210 0,1
C208 430p
C209 430p
C207 430p
R206 2K2 5%
C206 8200p
R207 5K6
1,2V
C104 10-90p
L104
R211 560 5%
L13
C16 4500p
C15 680p
C14 2000p
L12
C13 0,047
C12 0,010
L11
R205 6K8
C211 10
8,4V
C103 10+90p
L103
C202-1
R201 10K
R202 560 5%
C203 0,047
0,4V
R204 1K2 5%
R203 6K8 5%
C204 6800p
D201
C205 220p
L201
C201 320p
C101 10+90p
L101
L102
C11 1300p
R11 2M2
C102 10p


2SD64
6AV6
6AU6
6AR5
5MK9
2SC73
2SC76
2SC76
MF 455 KHZ
ANT
1T23
250 V
220
125
117
110
6 V 1,3 A
5 V 0,6 A
40+40 μF
2+2+10+20 μF

SONY - MOD. 103

2SD64
6267
30M-P23
30M-P23
ENTR. AUSIL.
MICR.
MONIT.
INDIC. DI LIVELLO
1T22G
1S125
COMM.
2SD64
6267
30M-P23
ENTR. AUSIL.
MICR.
INDIC. DI LIVELLO
1T22G
220V
240
125
117
121V
110
100
90

SONY - MOD. 200


12AD7
6BM8
6DA5
6X4
80V
85V
125V
215V
0,05 μF
100KΩ
300pF
0,1μF
5MΩ
250KΩ
0,02μF
0,01μF
2KΩ
10KΩ
500KΩ
1MΩ
30μF
1,5KΩ
330KΩ
3KΩ
100pF
220KΩ
50KΩ
25μF
0,001μF
0,03μF
0,0025μF
400Ω
100Ω
30KΩ
0,0015μF
50÷200pF
200pF
1T22G
0,3μF
0,003μF
2MΩ
220V
117
110
100
2μF
250V
6,3V
1,7A
6V-0,6A
2x250V
1KΩ
350V
40μF
20μF
10μF
2μF
SONY - MOD. 262

Finito di stampare il 30-10-67 presso le Arti Grafiche Salomoni - Via L. Papi, 7 - 20135 Milano.- Con i tipi della Linotipia Della Giustina Via Tito Livio, 6 - 20137 Milano.

